

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-243381

(43)Date of publication of application : 07.09.1999

(51)Int.Cl.

H04J 13/04

H04B 7/26

H04L 7/00

(21)Application number : 10-057406

(71)Applicant : YRP IDOU TSUSHIN KIBAN
GIJUTSU KENKYUSHO:KK

(22)Date of filing : 24.02.1998

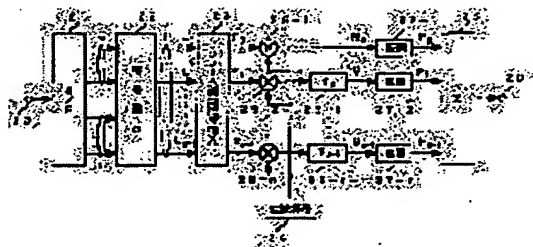
(72)Inventor : UENO TETSUO

(54) SPREAD SPECTRUM COMMUNICATION EQUIPMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To surely secure the synchronization of multiplex frame at the time of transmitting n pieces of the same spreading code string different in phase in parallel.

SOLUTION: A frame synchronizing signal consisting of unique words and excellent in autocorrelation is inserted at every prescribed period by a frame synchronizing signal inserting part 23 and transmitted, so that a reception side can detect the unique words by a correlator. Therefore, the frame synchronizing signal is easily reproduced and the synchronization of the multiplex frame is more surely secured without deteriorating the transmission efficiency of data.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.02.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2916457

[Date of registration] 16.04.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

16.04.2003

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-243381

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月7日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 J 13/04

H 0 4 J 13/00

G

H 0 4 B 7/26

H 0 4 L 7/00

C

H 0 4 L 7/00

H 0 4 B 7/26

P

審査請求 有 請求項の数18 F D (全 25 頁)

(21) 出願番号

特願平10-57406

(22) 出願日

平成10年(1998) 2月24日

(71) 出願人 395022546

株式会社ワイ・アール・ビー移動通信基盤
技術研究所

神奈川県横須賀市光の丘3番4号

(72) 発明者 上 野 哲 生

神奈川県横須賀市光の丘3番4号 株式会
社ワイ・アール・ビー移動通信基盤技術研
究所内

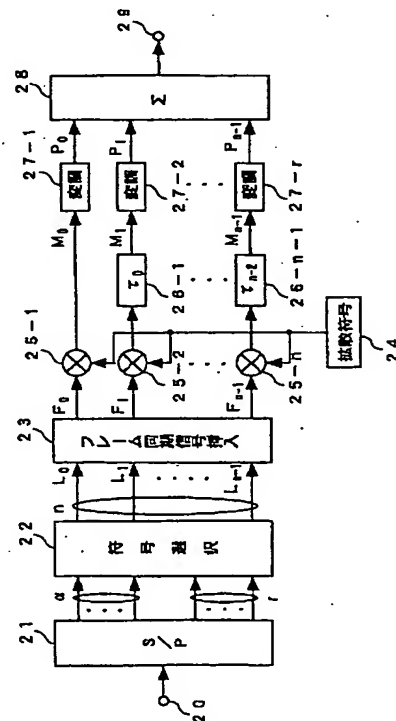
(74) 代理人 弁理士 浅見 保男 (外1名)

(54) 【発明の名称】 スペクトラム拡散通信装置

(57) 【要約】

【課題】 位相が異なる n 個の同一の拡散符号列を並列して伝送する際に、多重フレームの同期を確実に捕捉する。

【解決手段】 自己相関の良好なユニークワードからなるフレーム同期信号を、フレーム同期信号挿入部 23 により所定周期毎に挿入して送信する。受信側ではユニークワードを相関器により検出することができるため、容易にフレーム同期信号を再生することができ、データの伝送効率を低下させることなく多重フレームの同期をより確実に捕捉することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 互いに同期しかつ互いに位相が異なる n 個の拡散符号列を並列に発生する拡散符号発生部と、
 $\log_2(nC_r)$ より小さい整数 α シンボルのシンボルデータに基づき、該 n 個の拡散符号列から r 個の拡散符号列の組み合わせを選択し、該選択された r 個の各々の拡散符号列に、 r シンボルのシンボルデータの各々により変調を施して出力する符号選択部と、
 該符号選択部から出力される r 個の変調拡散符号列を加算することにより、 $(\alpha + r)$ シンボルの情報量を有する r 多重された変調拡散符号列を多重フレームとする複合スペクトラム拡散信号列を出力する加算器と、
 前記符号選択部において選択されることのない拡散符号列の組み合わせにおける r 個の拡散符号列の各々を、自己相関特性の良いユニークワードの個々のデータで変調することにより、前記多重フレームを単位とするフレーム同期信号を生成する同期信号生成部とを備え、
 該フレーム同期信号を、送信すべきデータを多重した多重フレームの整数倍の所定周期毎に挿入して送信するようにしたことを特徴とするスペクトラム拡散通信装置。

【請求項2】 前記フレーム同期信号は複数の多重フレームを使用して生成されることを特徴とする請求項1記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項3】 前記フレーム同期信号は前記シンボルデータのデータフレーム毎に挿入されることを特徴とする請求項1記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項4】 前記フレーム同期信号を挿入するフレーム同期信号挿入部が、前記符号選択部と前記加算器との間に設けられていることを特徴とする請求項1記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項5】 前記拡散符号列が、必要とする拡散率の $1/N$ (N は正の整数) の長さである直交符号を N 個シリアルにつなげて構成されていると共に、前記 n 個の拡散符号列の位相差が、前記直交符号の長さに相当する時間を単位とする位相差とされていることを特徴とする請求項1記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項6】 $\log_2(nC_r)$ より小さい整数 α シンボルのシンボルデータに基づく 2α 通りのパターンで、 α シンボルのシンボルデータに続いて入力される r シンボルのシンボルデータと、 $(n-r)$ 個の無信号状態とされるシンボルからなる n (n は整数) 個のパラレルデータを出力する符号選択部と、
 該符号選択部から出力される前記 n 個のパラレルデータの各々に拡散符号列を乗算する拡散部と、
 該拡散部から出力されるスペクトラム拡散された n 個の信号の位相を、相互にずらすように遅延する $(n-1)$ 個の遅延器と、
 該遅延器から出力される相互に位相のずれた n 個の信号を加算することにより、 $(\alpha + r)$ シンボルの情報を有する r 多重された変調拡散符号列を多重フレームとする

複合スペクトラム拡散信号列を出力する加算器と、
 前記符号選択部において選択されることのない組み合わせにおける r 個の信号の各々に、自己相関特性の良いユニークワードの個々のデータを配置することにより、前記多重フレームを単位とするフレーム同期信号を生成する同期信号生成部とを備え、
 該フレーム同期信号を、送信すべきデータを多重した多重フレームの整数倍の所定周期毎に挿入して送信するようにしたことを特徴とするスペクトラム拡散通信装置。

【請求項7】 前記フレーム同期信号は複数の多重フレームを使用して生成されることを特徴とする請求項6記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項8】 前記フレーム同期信号は前記シンボルデータのデータフレーム毎に挿入されることを特徴とする請求項6記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項9】 前記フレーム同期信号を挿入するフレーム同期信号挿入部が、前記符号選択部と前記拡散部との間に設けられていることを特徴とする請求項6記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項10】 前記 $(n-1)$ 個の遅延器のそれぞれの遅延時間が、拡散符号列におけるチップ周期の整数倍とされていることを特徴とする請求項6記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項11】 前記シンボルデータのデータフレーム長が、伝播路で予測される遅延分散量よりも長くされていることを特徴とする請求項6記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項12】 前記拡散符号列が、必要とする拡散率の $1/N$ (N は正の整数) の長さである直交符号を N 個シリアルにつなげて構成されていると共に、前記 $(n-1)$ 個の遅延器のそれぞれの遅延時間が、前記直交符号の長さに相当する時間を単位とした遅延時間とされていることを特徴とする請求項6記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項13】 α シンボルのシンボルデータに基づき、 n 個の拡散符号列から r 個の拡散符号列の組み合わせを選択し、該選択された r 個の各々の拡散符号列に、 r シンボルのシンボルデータの各々により変調を施すことにより生成される $(\alpha + r)$ シンボルの情報を有する r 多重の複合スペクトラム拡散信号を受信するスペクトラム拡散通信装置であって、
 互いに同期しかつ互いに位相が異なる前記 n 個の拡散符号列を発生する拡散符号発生部と、
 該拡散符号発生器から出力された該 n 個の拡散符号列と、受信された複合スペクトラム拡散信号との相関をとる n 個の相関器と、
 該 n 個の相関器から出力される n 個の相関出力に対し、それぞれの相関信号パワーの大小を比較することにより r 個の信号シンボルを推測し出力する最尤判定部と、
 該最尤判定部から出力される r 個の信号シンボルのパタ

ーンから α シンボルのシンボルデータを復号し、 r 個の信号シンボルから r シンボルのシンボルデータを復号するデータ復号部と、

を備えることを特徴とするスペクトラム拡散通信装置。

【請求項14】 α シンボルのシンボルデータに基づき、 n 個の拡散符号列から r 個の拡散符号列の組み合わせを選択し、該選択された r 個の各々の拡散符号列に、 r シンボルのシンボルデータの各々により変調を施すことにより生成される $(\alpha+r)$ シンボルの情報を有する r 多重の複合スペクトラム拡散信号を受信するスペクトラム拡散通信装置であって、

互いに同期しかつ互いに位相が異なる前記 n 個の拡散符号列を発生する拡散符号発生部と、

該拡散符号発生部から出力された該 n 個の拡散符号列と、受信された複合スペクトラム拡散信号との相関をとる n 個の相関器と、

該 n 個の相関器から出力される n 個の相関出力に対し、それぞれの相関信号パワーの大きさを比較することにより r 個の信号シンボルを推測し出力する最尤判定部と、

該最尤判定部から出力される r 個の信号シンボルのパターンから α シンボルのシンボルデータを復号し、 r 個の信号シンボルから r シンボルのシンボルデータを復号するデータ復号部と、

前記受信された複合スペクトラム拡散信号から所定周期毎に挿入されているユニークワードを検出したタイミングに基づいてフレーム同期信号を生成する同期信号生成部とを備え、

該同期信号生成部から出力されるフレーム同期信号に基づいて、前記データ復号部がシンボルデータを復号するようにしたことを特徴とするスペクトラム拡散通信装置。

【請求項15】 前記同期信号生成部に、自己相関特性の良い前記ユニークワードとの相関をとるための相関器が備えられ、該相関器が相関ピークを出力したタイミングに基づいて、フレーム同期信号を生成すると共に、このフレーム同期信号に基づいてシンボル同期信号が生成されるようにしたことを特徴とする請求項14記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項16】 前記ユニークワードからなるフレーム同期信号が、伝播路で予測される遅延分散量よりも長くされているデータフレーム長のデータフレーム毎に挿入されており、前記相関器が出力する相関ピーク信号に基づいて伝播路による影響を補正する伝播路補正手段が、さらに設けられていることを特徴とする請求項15記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項17】 同一の拡散符号列で拡散された r シンボルのシンボルデータを、 α シンボルのシンボルデータに基づいた遅延量で各々遅延させることにより生成される $(\alpha+r)$ シンボルの情報を有する複合スペクトラム拡散信号を受信するスペクトラム拡散通信装置であつ

て、

受信された複合スペクトラム拡散信号と前記拡散符号列との相関をとる単一の相関器と、

該相関器から出力される前記拡散符号列の1周期に亘る相関出力に対し、その相関信号パワーの大きさを比較することにより r 個の信号シンボルの送信された時間的な位置を推測し出力する最尤判定部と、

該最尤判定部から出力される r 個の信号シンボルの前記時間的な位置から α シンボルのシンボルデータを復号し、 r 個の信号シンボルから r シンボルのシンボルデータを復号するデータ復号部と、

を備えることを特徴とするスペクトラム拡散通信装置。

【請求項18】 同一の拡散符号列で拡散された r シンボルのシンボルデータを、 α シンボルのシンボルデータに基づいた遅延量で各々遅延させることにより生成される $(\alpha+r)$ シンボルの情報を有する複合スペクトラム拡散信号を受信するスペクトラム拡散通信装置であつて、

受信された複合スペクトラム拡散信号と前記拡散符号列との相関をとる単一の相関器と、

該相関器から出力される前記拡散符号列の1周期に亘る相関出力に対し、その相関信号パワーの大きさを比較することにより r 個の信号シンボルの送信された時間的な位置を推測し出力する最尤判定部と、

該最尤判定部から出力される r 個の信号シンボルの前記時間的な位置から α シンボルのシンボルデータを復号し、 r 個の信号シンボルから r シンボルのシンボルデータを復号するデータ復号部と、

前記受信された複合スペクトラム拡散信号から所定周期毎に挿入されているユニークワードを検出したタイミングに基づいてフレーム同期信号を生成する同期信号生成部とを備え、

該同期信号生成部から出力されるフレーム同期信号に基づいて、前記データ復号部がシンボルデータを復号するようにしたことを特徴とするスペクトラム拡散通信装置。

【請求項19】 前記同期信号生成部に、自己相関特性の良い前記ユニークワードとの相関をとるための相関器が備えられ、該相関器が相関ピークを出力したタイミングに基づいて、フレーム同期信号を生成すると共に、このフレーム同期信号に基づいてシンボル同期信号が生成されるようにしたことを特徴とする請求項18記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項20】 前記ユニークワードからなるフレーム同期信号が、伝播路で予測される遅延分散量よりも長くされているデータフレーム長のデータフレーム毎に挿入されており、前記相関器が出力する相関ピーク信号に基づいて伝播路による影響を補正する伝播路補正手段が、さらに設けられていることを特徴とする請求項19記載のスペクトラム拡散通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スペクトラム拡散通信方式における送信装置および受信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から知られている直接スペクトラム拡散通信方式において、限られた帯域内でより多くの情報を伝送する方法として、ひとつの拡散符号列を遅延し擬似的に複数種の拡散符号列を生成し、該複数の拡散符号列により複数のシンボルデータを拡散することにより多重伝送する方法がある。さらに、多重数を抑えながら伝送される情報を増加する方法として、本出願人は特願平8-97338号において、互いに同期しかつ互いに位相の異なる n 個の拡散符号列から r 個を選び、該選択された r 個の符号に $+1/-1$ の極性を与えて複数通りの r 個の複合スペクトラム拡散符号列を生成し、入力情報データを所定のビット毎に区切って得られるビットパターン毎に、異なる r 個の拡散符号列を割り当てて伝送する方式を提案している。

【0003】しかし、この伝送方式では、位相が異なる n 個の拡散符号列を擬似的に n 種の異なる拡散符号列とみなして送信するため、多重された r 個の拡散符号列を復調する場合に、受信された拡散符号列が、 n 個の位相の異なる拡散符号列のどの位相のものか判別し得ないと言う問題が生じる。そこで、上記提案では、 r 個の拡散符号列の一部のパターンをフレーム同期用に割り当てて送信するようにしている。この従来例について図15を用いてさらに説明する。図15において、110は送信機、111は拡散符号発生器、112-1~112- n は遅延器、113-1~113- n は変調器、114は搬送波発生器、115はシリアル/パラレル変換器、116は符号選択器、117は加算器である。また、120は受信機、122は相関器、123は多重フレーム同期部、124はデータ復調部である。

【0004】拡散符号発生器111で生成される拡散符号列は、 n 個の系列に分配され分配された最初の系列を除いて各系列に設けられている遅延器112-1~112- n により遅延されて図16(a)に示すような相互に位相の異なる n 個の拡散符号列とされる。この n 個の拡散符号列は、拡散符号列毎に変調器113-1~113- n において、搬送波発生器114で発生された搬送波により1次変調が施される。この時、変調器113-2~113- n に供給される拡散符号列は、遅延器112-1~112- n により、変調器113-1に供給される拡散符号列に対し、それぞれ $\tau_0, \tau_1, \dots, \tau_{n-1}$ 時間位相がずれたものとされている。このように、搬送波により1次変調が施されると共に、互いに同期しかつ互いに位相が異なる n 個の信号は符号選択器116に入力され、 n 個の内の r 個が選択され、その

各々の信号が $+1$ あるいは -1 の極性に2次変調される。一方、誤り訂正符号化処理やインターリーブなど、送信するのに必要な処理が施された情報シンボルは入力端118より入力され、 $r + \log_2(nC_r)$ より小さい整数である m ($m \geq r$) ビット毎にシリアル/パラレル変換器115によりパラレルの情報シンボルに変換される。この m ビットにより r 個の拡散符号列からなる 2^m 通りの組み合わせの内の1つのパターンが選択されて選択変調器116より出力される。この選択変調器116より出力される m ビットに応じて選択されたパターンの r 個の拡散符号列は加算器117で加算され、拡散符号列の周期と同じ周期の多重フレームを単位として送信出力端119より送出される。

【0005】また、選択変調器116において選択されることのない r 個の拡散符号列からなるパターンが、多重フレームの同期をとるために所定周期毎に選択変調器116から加算器117に出力されて加算器117で加算され、多重フレーム同期信号として送信出力端119より送出される。送信出力端119より送信された信号は、受信入力端121で受信され、相関器122において相関処理が施された後、多重フレーム同期部123に供給される。多重フレーム同期部123では、相関器122から得られる相関出力から、送信時に挿入された多重フレーム同期信号パターンが検出され、検出されたタイミングに基づいて多重フレーム同期信号が生成される。該生成された多重フレーム同期信号はデータ復調部124に供給され、データ復調部124では相関器出力122より供給される相関出力を多重フレーム同期信号のタイミングに基づいて、多重フレーム毎にまとめて復調することにより、多重された m シンボルを復調して受信端125から出力している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】図16(b)に、上記伝送方式で示された多重フレーム判別の為に挿入する多重フレーム同期信号の一例を示す。ここで、 $n=5$ 、 $r=2$ 、 $m=5$ とすると、送信される組合せパターンは、 $2^m=32$ 通りあることになる。多重フレーム同期信号には、この32パターンを除いた $2^r \times n C_r - 2^m = 8$ 通りのパターンの中から選ばれる。図16(b)に示す一例は、その中の2通りのパターンを多重フレーム同期信号として用いた例で、各パターンは $r=2$ であるため2個の拡散符号列のパターンとなっている。

【0007】図16(b)に示される送信符号欄の S_0, S_1, S_2, S_3, S_4 は、符号選択器116に入力される5個の拡散符号列を示しており、図16(a)に示すように互いに同期しかつ互いに位相の異なる5個の拡散符号列 $S_0 \sim S_4$ である。なお、拡散符号列 S_0 は基準となる第1拡散符号列 $\{c_0, c_1, \dots, c_N\}$ であり、第2拡散符号列 S_1 は第1拡散符号列 S_0 を時間 τ_0 相当シフトしたものであり、同様に第3拡散符号列 S_2 は

τ_1 相当分、第4拡散符号列 S_3 は τ_2 相当分、第5拡散符号列 S_4 は τ_3 相当分それぞれシフトしたものである。この例では、多重フレーム同期信号として、第4拡散符号列 S_3 および第5拡散符号列 S_4 の極性が+1とされた1番目の多重フレームと、拡散符号列 S_0 および拡散符号列 S_1 の極性が+1とされた2番目の多重フレームをシーケンシャルに続けて挿入している。

【0008】受信機側では、 $S_0=S_1=S_2=0$ （無信号）、 $S_3=S_4=+1$ と言うパターンの信号に引き続き、 $S_0=S_1=+1$ 、 $S_2=S_3=S_4=0$ （無信号）というパターンの信号が受信されたと判断された時に、その信号を多重フレーム同期信号と判断し、その時点を多重フレーム開始点として同期信号を生成するようにしている。この例に挙げる多重フレーム同期信号として使用するパターンは、情報データを送信する際には送信される事のないパターンである。

【0009】しかしながら、情報データを送信する際には送信されないパターンを用いても、似通ったパターンが現れることがある。また、伝播路においてフェージングやノイズ等で誤りが生じる場合もあり、前記のようなパターンマッチングで判断した場合は、多重フレーム同期点を誤るおそれが生じる。ところで、一般に良く知られる直接スペクトラム拡散伝送方式では、伝播路で受ける振幅変化や位相変化に対し補正をかける為に、パイロット信号を、多重もしくは一定時間間隔で挿入する方法が採られている。このようなパイロット信号を多重するようにして、伝播路で受ける振幅変化や位相変化に対し補正をかけることにより、多重フレーム同期点を誤る可能性を低減することが考えられる。

【0010】しかし、このようにすると、もともと多重している上にさらにパイロット信号を多重することは、受信特性の劣化を招くようになる。さらに、多重フレームの開始点を知る為に、多重フレーム同期信号を挿入しているため、この上さらにパイロット信号を挿入すれば伝送情報量が減少することになる。また、情報データを伝送する上で、誤り訂正処理やインターリーブ等がなされたデータは多重フレームとは異なるデータフレーム単位で扱われるが、この為のデータフレーム同期信号が挿入されることをも考慮すると、パイロット信号を挿入することによる影響が大きくなる。そこで、本発明は、上記問題点に鑑み、位相が異なる n 個の同一の拡散符号列の一部の組み合わせパターンを並列して伝送する際に、多重フレームの同期をより確実に捕捉することのできるスペクトラム拡散通信装置を提供することを目的としている。また、本発明は、データフレームの同期信号により多重フレーム同期信号を代用すると共に、伝播路で生じた各種の影響を除く為のパイロット信号としても利用できるスペクトラム通信装置を提供することを目的としている。さらに、本発明は、受信側における受信静特性を向上することのできるスペクトラム通信装置を提供す

ることを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の第1の発明のスペクトラム拡散通信装置は、互いに同期しかつ互いに位相が異なる n 個の拡散符号列を並列に発生する拡散符号発生部と、 $\log_2(nC_r)$ より小さい整数 α シンボルのシンボルデータに基づき、該 n 個の拡散符号列から r 個の拡散符号列の組み合わせを選択し、該選択された r 個の各々の拡散符号列に、 r シンボルのシンボルデータの各々により変調を施して出力する符号選択部と、該符号選択部から出力される r 個の変調拡散符号列を加算することにより、 $(\alpha+r)$ シンボルの情報量を有する r 多重された変調拡散符号列を多重フレームとする複合スペクトラム拡散信号列を出力する加算器と、前記符号選択部において選択されることのない拡散符号列の組み合わせにおける r 個の拡散符号列の各々を、自己相関特性の良いユニークワードの個々のデータで変調することにより、前記多重フレームを単位とするフレーム同期信号を生成する同期信号生成部とを備え、該フレーム同期信号を、送信すべきデータを多重した多重フレームの整数倍の所定周期毎に挿入して送信するようにしている。

【0012】また、上記本発明の第1の発明のスペクトラム拡散通信装置において、前記フレーム同期信号を複数の多重フレームを使用して生成するようにしてもよい。さらに、前記フレーム同期信号はデータのデータフレーム毎に挿入されるようにしてもよい。さらにまた、前記フレーム同期信号を挿入するフレーム同期信号挿入部が、前記符号選択部と前記加算器との間に設けられるようにしてもよい。さらにまた、前記拡散符号列が、必要とする拡散率の $1/N$ （ N は正の整数）の長さである直交符号を N 個シリアルにつなげて構成されていると共に、前記 n 個の拡散符号列の位相差が、前記直交符号の長さに相当する時間を単位とする位相差とされていてもよい。

【0013】上記目的を達成することのできる本発明の第2の発明のスペクトラム拡散通信装置は、 $\log_2(nC_r)$ より小さい整数 α シンボルのシンボルデータに基づく 2α 通りのパターンで、 α シンボルのシンボルデータに続いて入力される r シンボルのシンボルデータと、 $(n-r)$ 個の無信号状態とされるシンボルからなる n （ n は整数）個のパラレルデータを出力する符号選択部と、該符号選択部から出力される前記 n 個のパラレルデータの各々に拡散符号列を乗算する拡散部と、該拡散部から出力されるスペクトラム拡散された n 個の信号の位相を、相互にずらすように遅延する $(n-1)$ 個の遅延器と、該遅延器から出力される相互に位相のずれた n 個の信号を加算することにより、 $(\alpha+r)$ シンボルの情報量を有する r 多重された変調拡散符号列を多重フレームとする複合スペクトラム拡散信号列を出力する加算器

と、前記符号選択部において選択されることのない組み合わせにおける r 個の信号の各々に、自己相関特性の良いユニークワードの個々のデータを配置することにより、前記多重フレームを単位とするフレーム同期信号を生成する同期信号生成部とを備え、該フレーム同期信号を、送信すべきデータを多重した多重フレームの整数倍の所定周期毎に挿入して送信するようにしている。

【0014】上記本発明の第2の発明のスペクトラム拡散通信装置において、前記フレーム同期信号は複数の多重フレームを使用して生成されるようにしてもよい。また、前記フレーム同期信号はデータのデータフレーム毎に挿入されるようにしてもよい。さらに、前記フレーム同期信号を挿入するフレーム同期信号挿入部が、前記符号選択部と前記拡散部との間に設けられていてもよい。さらにまた、前記 $(n-1)$ 個の遅延器のそれぞれの遅延時間が、拡散符号列におけるチップ周期の整数倍とされていてもよい。さらにまた、データのデータフレーム長が、伝播路で予測される遅延分散量よりも長くされていてもよい。さらにまた、前記拡散符号列が、必要とする拡散率の $1/N$ (N は正の整数)の長さである直交符号を N 個シリアルにつなげて構成されていると共に、前記 $(n-1)$ 個の遅延器のそれぞれの遅延時間が、前記直交符号の長さに相当する時間を単位とした遅延時間とされていてもよい。

【0015】前記目的を達成することのできる本発明の第3の発明のスペクトラム拡散通信装置は、 α シンボルのシンボルデータに基づき、 n 個の拡散符号列から r 個の拡散符号列の組み合わせを選択し、該選択された r 個の各々の拡散符号列に、 r シンボルのシンボルデータの各々により変調を施すことにより生成される $(\alpha+r)$ シンボルの情報を有する r 多重の複合スペクトラム拡散信号を受信するスペクトラム拡散通信装置であって、互いに同期しかつ互いに位相が異なる前記 n 個の拡散符号列を発生する拡散符号発生部と、該拡散符号発生器から出力された該 n 個の拡散符号列と、受信された複合スペクトラム拡散信号との相関をとる n 個の相関器と、該 n 個の相関器から出力される n 個の相関出力に対し、それぞれの相関信号パワーの大小を比較することにより r 個の信号シンボルを推測し出力する最尤判定部と、該最尤判定部から出力される r 個の信号シンボルのパターンから α シンボルのシンボルデータを復号し、 r 個の信号シンボルから r シンボルのシンボルデータを復号するデータ復号部とを備えている。

【0016】前記目的を達成することのできる本発明の第4の発明のスペクトラム拡散通信装置は、 α シンボルのシンボルデータに基づき、 n 個の拡散符号列から r 個の拡散符号列の組み合わせを選択し、該選択された r 個の各々の拡散符号列に、 r シンボルのシンボルデータの各々により変調を施すことにより生成される $(\alpha+r)$ シンボルの情報を有する r 多重の複合スペクトラム拡散

信号を受信するスペクトラム拡散通信装置であって、互いに同期しかつ互いに位相が異なる前記 n 個の拡散符号列を発生する拡散符号発生部と、該拡散符号発生器から出力された該 n 個の拡散符号列と、受信された複合スペクトラム拡散信号との相関をとる n 個の相関器と、該 n 個の相関器から出力される n 個の相関出力に対し、それぞれの相関信号パワーの大小を比較することにより r 個の信号シンボルを推測し出力する最尤判定部と、該最尤判定部から出力される r 個の信号シンボルのパターンから α シンボルのシンボルデータを復号し、 r 個の信号シンボルから r シンボルのシンボルデータを復号するデータ復号部と、前記受信された複合スペクトラム拡散信号から所定周期毎に挿入されているユニークワードを検出したタイミングに基づいてフレーム同期信号を生成する同期信号生成部とを備え、該同期信号生成部から出力されるフレーム同期信号に基づいて、前記データ復号部がシンボルデータを復号するようにしている。

【0017】上記本発明の第4の発明のスペクトラム拡散通信装置において、前記同期信号生成部に、自己相関特性の良い前記ユニークワードとの相関をとるための相関器が備えられ、該相関器が相関ピークを出力したタイミングに基づいて、フレーム同期信号を生成すると共に、このフレーム同期信号に基づいてシンボル同期信号が生成されるようにしてもよい。また、前記ユニークワードからなるフレーム同期信号が、伝播路で予測される遅延分散量よりも長くされているデータフレーム長のデータフレーム毎に挿入されており、前記相関器が出力する相関ピーク信号に基づいて伝播路による影響を補正する伝播路補正手段が、さらに設けられていてもよい。

【0018】前記目的を達成することのできる本発明の第5の発明のスペクトラム拡散通信装置は、同一の拡散符号列で拡散された r シンボルのシンボルデータを、 α シンボルのシンボルデータに基づいた遅延量で各々遅延させることにより生成される $(\alpha+r)$ シンボルの情報を有する複合スペクトラム拡散信号を受信するスペクトラム拡散通信装置であって、受信された複合スペクトラム拡散信号と前記拡散符号列との相関をとる単一の相関器と、該相関器から出力される前記拡散符号列の1周期に亘る相関出力に対し、その相関信号パワーの大小を比較することにより r 個の信号シンボルの送信された時間的な位置を推測し出力する最尤判定部と、該最尤判定部から出力される r 個の信号シンボルの前記時間的な位置から α シンボルのシンボルデータを復号し、 r 個の信号シンボルから r シンボルのシンボルデータを復号するデータ復号部とを備えている。

【0019】前記目的を達成することのできる本発明の第6の発明のスペクトラム拡散通信装置は、同一の拡散符号列で拡散された r シンボルのシンボルデータを、 α シンボルのシンボルデータに基づいた遅延量で各々遅延させることにより生成される $(\alpha+r)$ シンボルの情報

を有する複合スペクトラム拡散信号を受信するスペクトラム拡散通信装置であって、受信された複合スペクトラム拡散信号と前記拡散符号列との相関をとる単一の相関器と、該相関器から出力される前記拡散符号列の1周期に亘る相関出力に対し、その相関信号パワーの大小を比較することにより r 個の信号シンボルの送信された時間的な位置を推測し出力する最尤判定部と、該最尤判定部から出力される r 個の信号シンボルの前記時間的な位置から α シンボルのシンボルデータを復号し、 r 個の信号シンボルから r シンボルのシンボルデータを復号するデータ復号部と、前記受信された複合スペクトラム拡散信号から所定周期毎に挿入されているユニークワードを検出したタイミングに基づいてフレーム同期信号を生成する同期信号生成部とを備え、該同期信号生成部から出力されるフレーム同期信号に基づいて、前記データ復号部がシンボルデータを復号するようにしている。

【0020】上記本発明の第6の発明のスペクトラム拡散通信装置において、前記同期信号生成部に、自己相関特性の良い前記ユニークワードとの相関をとるための相関器が備えられ、該相関器が相関ピークを出力したタイミングに基づいて、フレーム同期信号を生成すると共に、このフレーム同期信号に基づいてシンボル同期信号が生成されるようにしてもよい。また、前記ユニークワードからなるフレーム同期信号が、伝播路で予測される遅延分散量よりも長くされているデータフレーム長のデータフレーム毎に挿入されており、前記相関器が出力する相関ピーク信号に基づいて伝播路による影響を補正する伝播路補正手段が、さらに設けられていてもよい。

【0021】このような本発明によれば、自己相関の良好なユニークワードからなるフレーム同期信号を挿入する事により、データの伝送効率を低下させることなく多重フレームの同期をより確実に捕捉することのできるスペクトラム通信装置とすることができる。また、伝播路で予測される遅延分散量よりもデータフレーム長を長く設定し、そのデータフレーム毎にフレーム同期信号を挿入することにより、データフレームの周期をフレーム同期、シンボル同期、多重フレーム同期のみならず、遅延波の分離などを含めた伝播路推定および補正用の信号として利用することができ、受信特性を向上させることができる。

【0022】さらに、本発明は同一の拡散符号列で拡散されたシンボルを遅延して多重しているので、受信側で多重波の分離を容易に行うことができ、また、自己相関の良好なユニークワードで変調された選択されない拡散符号列の組合せによる同期信号を挿入することにより、マルチパスなどによる遅延波除去若しくはRAKE受信を容易に行うことができる。さらにまた、拡散符号列を N 個の直交符号をつなげた符号とすることで、位相の異なる他のシンボルとの相互相関による干渉や、あるいは、部分相関による干渉等の干渉を防止することがで

き、受信特性を向上させることができる。さらにまた、 n 個もしくは n 時間位置の相関器出力からパワーの大きいものを r 個選択する最尤判定を用いる事で、受信されたと判断される信号の数を常に r 個確保できるようにしている。これにより、信号の超過や不足を防止することができ、受信静特性をスレッショルド判定によるものより2〜3dB向上させることが可能となる。

【0023】

【発明の実施の形態】本発明のスペクトラム通信装置の第1の実施の形態とされる送信装置の構成を示すブロック図を図1に示す。図1において、11はPN (Pseudo Noise) 符号など良く知られた拡散符号列を発生する拡散符号発生器、12-1〜12- $n-1$ は拡散符号発生器11から発生された拡散符号列をそれぞれ τ_0 、 τ_1 、 \dots 、 τ_{n-2} 時間遅延させる遅延器、13は入力端18から入力されたシリアルデータのシンボルデータをパラレルのシンボルデータに変換するシリアル/パラレル変換器、14はシリアル/パラレル変換器13から供給されるシンボルデータに基づいて拡散符号発生器11と遅延器12-1〜12- $n-1$ から供給された n 個の拡散符号列から r 個の拡散符号列を選択すると共に、選択された r 個の拡散符号列にそれぞれ変調を施す符号選択器、15は後述するフレーム同期信号を所定周期毎に挿入するフレーム同期信号挿入部、16-1〜16- r はフレーム同期信号挿入部15から出力された r 個の拡散符号列により搬送波を変調する r 個並列に設けられた変調器、17は r 個の変調器16-1〜16- r から出力された高周波変調された r 個の拡散符号列を加算して多重する加算器である。

【0024】図1に示す送信装置において、拡散符号発生器11で生成される拡散符号列は、 n 個の系列に分配され分配された最初の拡散符号列 S_0 を除いて各系列に設けられている遅延器12-1〜12- $n-1$ により遅延される。すなわち、図16(a)に示すように相互に位相の異なる n 個の拡散符号列 S_0 、 S_1 、 \dots 、 S_{n-1} とされる。この同期しているが位相が互いに異なる n 個の拡散符号列 $S_0 \sim S_{n-1}$ は符号選択器14に入力される。この時、符号選択器14に供給される拡散符号列 $S_1 \sim S_{n-1}$ は、遅延器12-1〜12- $n-1$ により、遅延器の挿入されない拡散符号列 S_0 に対し、それぞれ τ_0 、 τ_1 、 \dots 、 τ_{n-2} 時間位相がずれたものとされている。このように、互いに同期しかつ互いに位相が異なる n 個の拡散符号列 $S_0 \sim S_{n-1}$ は符号選択器14に入力され、シリアル/パラレル変換器13から供給されるシンボルデータに基づいて n 個の拡散符号列の内の r 個が選択され、選択された r 個の各々の系列に r シンボルのシンボルデータの各シンボルデータに応じて+1あるいは-1の変調が施される。

【0025】具体的に説明すると、誤り訂正符号化処理やインターリーブなど、送信するのに必要な処理を施さ

れたシリアルシンボルデータは入力端18より入力され、シリアル/パラレル変換器13において、 $\log_2(nC_r)$ より小さくかつ最も近い整数を α とすれば、 $(\alpha+r)$ シンボル毎に直並列変換され $\alpha+r=k$ シンボル毎にパラレルのシンボルデータに変換される。ここで、前述したように、拡散符号発生器11で生成される拡散符号列は、遅延器12-1~12-n-1により、拡散符号発生器11から直接符号選択器14に供給される拡散符号列 S_0 に対しそれぞれ r_0, r_1, \dots, r_{n-2} 時間位相がずれた $(n-1)$ 個の拡散符号列 $S_1 \sim S_{n-1}$ とされている。そして、拡散符号発生器11の出力と、遅延器12-1~12-n-1を経た合計 n 個の拡散符号列 $S_0 \sim S_{n-1}$ は、符号選択器14において、シリアル/パラレル変換器13出力のうちの α シンボルのパラレルデータによって r 個の拡散符号列 $L_0 \sim L_{r-1}$ が選択され、さらに、該シリアル/パラレル変換器13出力のうちの r シンボルからなるパラレルデータのそれぞれのシンボルデータにより、選択された拡散符号列 $L_0 \sim L_{r-1}$ のそれぞれが+1若しくは-1の極性となるよう変調が施される。

【0026】ここで、例えば $n=5, r=2$ とした場合を例に挙げると、シリアル/パラレル変換器13から出力されて符号選択器14へ供給される α シンボルと r シンボルとからなる入力シンボルと、符号選択器14から出力される $r(=2)$ 個の符号選択器出力 L_0, L_1 との関係を、図3(a)に示す。ここで、拡散符号列 $S_0 \sim S_4$ は $n=5$ とされた際の図16(a)に示すような5個の互いに同期しかつ互いに位相が異なる拡散符号列である。また、5個の拡散符号列 $S_0 \sim S_4$ 、 α および r シンボルのデータは+1、-1のいずれか一方の極性を有する2極性の信号である。 $n=5, r=2$ から、 $\log_2(5C_2)=3.32$ であり、したがって、 $\alpha=3$ シンボルとなる。図示する $r(=2)$ シンボルの情報 r_0 、情報 r_1 は、符号選択器14において $\alpha=3$ シンボルの情報により選択された $r(=2)$ 個の拡散符号列と、それぞれ積がとられ出力されることになる。この出力される r 個の変調された拡散符号列により多重フレームが構成される。すなわち、 $\alpha=3$ シンボルの情報により選択された $r(=2)$ 個の拡散符号列の組み合わせパターンにより3シンボル分の情報が伝送され、 $r(=2)$ 個の拡散符号列がそれぞれ情報 r_0 、情報 r_1 で変調されることにより2シンボル分の情報が伝送される。これにより、5シンボル分の情報を、1多重フレームの中で2多重という少ない多重数で伝送することができる。

【0027】以上の様に符号選択および変調された r 個の符号選択器14の出力は、フレーム同期信号挿入部15に供給され、フレーム同期信号挿入部15では、入力端18に入力されるシンボルデータのデータフレーム間隔でフレーム同期信号が挿入される。このフレーム同期信号は、シンボルデータを伝送する際に符号選択部14

において n 個の拡散符号列から r 個を選択する過程で選択されることのない $2^r \times n C_r - 2^{(\alpha+r)}$ 通りのいくつかのパターンの組み合わせにより生成される。例えば、 $n=5, r=2$ とされている図3(a)を例に挙げると、 $r_0 \times S_0$ と $r_1 \times S_1$ の組合せ、 $r_0 \times S_3$ と $r_1 \times S_4$ の組合せのパターンが符号選択部14において選択されることのないパターンである。そこで、図3(b)に示すようにフレーム同期信号をこのパターンを用いて、 $r_0 \times S_3$ と $r_1 \times S_4$ の多重フレーム、 $r_0 \times S_0$ と $r_1 \times S_1$ の多重フレーム、 $r_0 \times S_3$ と $r_1 \times S_4$ の多重フレーム、 $r_0 \times S_0$ と $r_1 \times S_1$ の多重フレームからなる4多重フレームとして生成する。さらに、情報 r_0 、情報 r_1 として $\{+, +, -, -, -, +, -, +\}$ からなる1ワードのユニークワードを用いて、4多重フレームにおける各拡散符号列 S_0, S_1, S_3, S_4 をそれぞれ変調する。これにより、フレーム同期信号は $+S_3, +S_4, -S_0, -S_1, -S_3, +S_4, -S_0, +S_1$ の4多重フレームによる合計8個の拡散符号列とされる。このフレーム同期信号が図3(b)のフレーム同期信号挿入部出力欄に F_0 系列と F_1 系列として示されている。

【0028】すなわち、図3(b)に示す例では4多重フレームを挿入してフレーム同期信号を送るようにしており、 $j(j \geq 1)$ がフレーム同期信号を送る多重フレーム数を示しており、#1から#4は4多重フレームの中のそれぞれの多重フレーム番号を示している。また、ユニークワードは $j \times r$ シンボルからなる自己相関特性の良いユニークワードとされており、このため、受信側においてフレーム同期信号を容易に検出することができるようになる。フレーム同期信号挿入部15によりフレーム同期信号が挿入された出力 $F_0 \sim F_{r-1}$ は、 r 個並列に設けられた変調部16-1~16- r に供給される。変調部16-1~16- r では、入力された r 個のシンボルデータあるいはユニークワードにより変調された拡散符号列に搬送波で高周波変調がかけられる。この変調部16-1~16- r からの出力は加算器17に供給され、加算器17において加算されることにより多重され、多重フレームからなる複合スペクトラム拡散信号とされて出力端19より送信される。

【0029】ここで、送信される複合スペクトラム拡散信号は、選択される r 個の拡散符号列の位相は互いに異なるが、拡散符号列に変調をかける r シンボルについては完全に位相が一致している。一方、拡散符号列ではなく、 r シンボルで変調された信号の位相を異ならせる伝送の形態も考えられる。この場合、変調前においては拡散符号列と r 個の各シンボルの位相はそれぞれ完全に一致するが、変調後においては r シンボルの間では位相が異なるようになる。上記送信方法を実現する本発明のスペクトラム通信装置の第2の実施の形態とされる送信装置の構成を示すブロック図を図2に示す。

【0030】図2において、20はシリアルシンボル

データが入力される入力端、21は入力されたシリアル
のシンボルデータを α シンボルと r シンボルのパラレル
のシンボルデータに変換するシリアル/パラレル変換
器、22はシリアル/パラレル変換器21から出力され
る α シンボルの情報に基づいて、符号選択器22の n 個
の出力の内の r 個に r シンボルの情報を1シンボルづつ
並列に送出する符号選択器、23はフレーム同期信号を
所定周期毎に挿入するフレーム同期信号挿入部、24は
PN (Pseudo Noise) 符号等良く知られた拡散符号列を
発生する拡散符号発生器、25-1~25- n はフレーム
同期信号挿入部23から出力された n 個のシンボルデ
ータにより搬送波を変調する n 個並列に設けられた乗算
器、26-1~26- $n-1$ は乗算器25-2~25- n
から出力された $n-1$ 個の拡散されたシンボルをそれ
ぞれ $\tau_0, \tau_1, \dots, \tau_{n-2}$ 時間遅延させる遅延器、2
7-1~27- n は乗算器25-1および遅延器26-
1~26- $n-1$ から出力された n 個のシンボルデータ
により搬送波を変調する n 個並列に設けられた変調器、
28は n 個の変調器27-1~27- n から出力された
高周波変調された n 個の拡散符号列を加算して多重する
加算器である。

【0031】図2に示す送信装置において、誤り訂正符
号化処理やインターリーブなど、送信するのに必要な処
理を施されたシンボルデータは、入力端20より入力さ
れ、シリアル/パラレル変換器21において、 \log_2
(nC_r)より小さくかつ最も近い整数を α とすれば、
($\alpha+r$)シンボル毎に直並列変換され k 個のパラレル
データとされる。ただし、 r は符号選択器22において
選択される信号数である。この n 個のパラレルデータは
符号選択器22に供給される。符号選択器22では、シ
リアル/パラレル変換器21のパラレル出力の α シンボ
ルの情報に基づいて、符号選択器22の n 個の出力の内
の r 個に r シンボルの情報を1シンボルづつ並列に送出
する系が選択される。この場合の n 個の内の選択される
 r 個の組み合わせ数は nC_r 通りとなるが、符号選択器2
2において使用される組み合わせ数は 2α 通りとなる。
そして、残りの $n-r$ 個の出力には無信号状態を送出す
る。入力シンボルが+1および-1の両極性を持つ場
合、無信号状態は0である。これは、スイッチを n 個並
べて、選択されなかった $n-r$ 個の出力はオフとする事
で実現してもよい。この符号選択器22から並列に出力
される2個のシンボルにより多重フレームが構成され
る。

【0032】ここで、例えば $\alpha=3$ 、 $r=2$ 、 $n=5$ と
された場合の、シリアル/パラレル変換器21からパラ
レルで出力される α シンボルと r シンボルからなる入力
シンボルと、符号選択器22から出力される無信号状態
の信号を含む n 個の符号選択器出力 $L_0 \sim L_4$ との関係を
図4(a)に示す。この図において、3シンボルとされ
た α シンボルが{+, +, +}の場合を例に挙げると、

α シンボルが{+, +, +}の3シンボルの場合は選択
器出力 L_0, L_2 の2つの出力が選択されて、この2つの
出力 L_0, L_2 に2シンボルとされたシンボル r_0, r_1 が
それぞれ出力される。また、選択されなかった残りの3
つの選択器出力 L_1, L_3, L_4 にはそれぞれ無信号状態
の0が出力される。 α シンボルが他の状態の場合には同
様に、 n 出力の内の2出力が選択され、選択された2出
力にそれぞれシンボル r_0, r_1 が図示するように出力さ
れると共に、選択されない3出力には無信号状態の0が
出力される。すなわち、 $\alpha=3$ シンボルの情報により選
択された $r(=2)$ 出力のパターンにより3シンボル分
の情報が伝送され、 $r(=2)$ 出力にそれぞれ情報
 r_0 、情報 r_1 が配置されることにより2シンボル分の情
報が伝送される。これにより、5シンボル分の情報を1
多重フレームで伝送することができる。

【0033】こうして、符号選択器22から出力された
信号は、フレーム同期信号挿入部23に供給され入力端
20に供給される入力シンボルデータのデータフレーム
間隔でフレーム同期信号が挿入される。この挿入される
フレーム同期信号は $j(j \geq 1)$ 多重フレームで構成さ
れ、即ち $j \times (n-r)$ 個の無信号状態と $j \times r$ シンボ
ルからなる自己相関特性の良いユニークワードのそれぞ
れにより変調された $j \times r$ 個の信号から構成されるよう
になる。

【0034】具体的に例をあげてフレーム同期信号の説
明をすると、例えば $\alpha=3$ 、 $r=2$ 、 $n=5$ 、 $j=4$ と
されると共に、ユニークワードが{+, +, -, -, -, +, +, -}とされているとする。この場合のフレ
ーム同期信号挿入部23から出力される j 多重フレーム
#1~#4と、フレーム同期信号挿入部出力 $F_0 \sim F_4$ と
の関係を図4(b)に示す。この図において、 j 多重フ
レームの最初の多重フレーム#1においては、5つの出
力 $F_0 \sim F_4$ の内の2つの出力 F_3, F_4 が選択されて、そ
れぞれユニークワードの最初の2シンボル{+, +}で
変調されて出力される。選択されない出力 F_0, F_1, F_2
では無信号状態の0が出力される。また、 j 多重フ
レームの2フレーム目の多重フレーム#2においては、5
つの出力 $F_0 \sim F_4$ の内の2つの出力 F_0, F_1 が選択され
て、それぞれユニークワードの次の2シンボル{-,
-}で変調されて出力される。選択されない出力 F_2, F_3, F_4
では無信号状態の0が出力される。さらに、 j 多重フ
レームの3フレーム目の多重フレーム#3において
は、5つの出力 $F_0 \sim F_4$ の内の2つの出力 F_3, F_4 が
選択されて、それぞれユニークワードの次の2シンボル
{-, +}で変調されて出力される。選択されない出力
 F_0, F_1, F_2 では無信号状態の0が出力される。さら
にまた、 j 多重フレームの4フレーム目の多重フレーム
#4においては、5個の出力 $F_0 \sim F_4$ の内の2個の出力
 F_0, F_1 が選択されて、それぞれユニークワードの次の
2シンボル{-, +}で変調されて出力される。選択さ

れない出力 F_2 、 F_3 、 F_4 では無信号状態の0が出力される。

【0035】このようにしてフレーム同期信号が挿入された n 個の信号は、それぞれの信号経路に接続された n 個の乗算器 $25-1 \sim 25-n$ において、拡散符号発生器 24 から発生された拡散符号列により同時に拡散される。次いで、 n 個の乗算器 $25-1 \sim 25-n$ の出力の内の乗算器 $25-1$ の出力を除く $n-1$ 個の出力は、遅延時間がそれぞれ、 τ_0 、 τ_1 、 \dots 、 τ_{n-2} である $n-1$ 個の遅延器 $27-1 \sim 27-n$ に供給される。なお、最大の遅延時間とされる遅延器 $27-n$ の遅延時間 τ_{n-2} はシンボル間隔 T 以内の時間とされる。そして、遅延器 $27-1 \sim 27-n$ により遅延された $n-1$ 個の拡散符号列 $M_1 \sim M_{n-1}$ と、乗算器 $25-1$ から出力される拡散符号列 M_0 は相互に位相がずれるようになる。並列とされる信号数が5 ($n=5$) の場合を例をあげると、図11(b)に示すように第1拡散符号列 M_0 に対して第2拡散符号列 M_1 が時間 τ_0 だけ遅延され、第1拡散符号列 M_0 に対して第3拡散符号列 M_2 が時間 τ_1 だけ遅延され、第1拡散符号列 M_0 に対して第4拡散符号列 M_3 が時間 τ_2 だけ遅延され、第1拡散符号列 M_0 に対して第5拡散符号列 M_4 が時間 τ_3 だけ遅延されるようになる。なお、図示する周期 T がシンボル間隔となる。

【0036】このように遅延器 $27-1 \sim 27-n$ により遅延された $n-1$ 個の信号と、乗算器 $25-1$ からの出力とである相互に位相がずれた n 個の拡散された信号 $M_0 \sim M_{n-1}$ は、 n 個並列に設けられた変調器 $27-1 \sim 27-n$ に供給され、ここで搬送波により高周波変調が施される。さらに、変調器 $27-1 \sim 27-n$ から出力される n 個の信号 $P_0 \sim P_{n-1}$ は、加算器 28 において加算されることにより多重され複合スペクトラム拡散信号となり、出力端 29 より送信される。

【0037】こうして得られた複合スペクトラム拡散信号における周期 T の多重フレームでは、図11(b)を参照すれば理解できるように、拡散符号列と拡散される r シンボルの位相はそれぞれ完全に一致するが、 r 個のシンボル間では位相が異なるようになる。これは、 r シンボルのシンボルデータが、時系列上で、遅延器 $27-1 \sim 27-n$ により遅延量 0 、 τ_0 、 τ_1 、 \dots 、 τ_{n-2} で遅延がかけられて順番に送信されているためである。すなわち、上記した第1の実施の形態にかかる送信装置では送信する拡散符号列を選択していたが、この第2の実施の形態にかかる送信装置では、シンボル間隔 T の周期内である n 時間位置から r 時間位置を選択して送信されている事になる。

【0038】また、本発明の第2の実施の形態にかかる送信装置において、図5に示すように、フレーム同期信号を挿入する時間間隔を、予測される遅延プロファイルのうち受信時に必要な遅延波の最も遅く到達する波の遅延時間以上としてもよい。これによれば、必要な遅延波

の分離を可能とすることができる。すなわち、受信機側において4つの遅延波が必要な場合は、希望波および遅延波1～遅延波4のフレーム同期信号をそれぞれ検出することができるので、受信信号から希望波および遅延波1～遅延波4を分離することが可能となり、より正確な通信を実現することが可能となる。なお、上記説明した第1の実施の形態および第2の実施の形態とされる送信装置において、 $\log_2(nC_T)$ より小さくかつ最も近い整数を α としたが、これに限ることはなく、整数 α は $\log_2(nC_T)$ より小さければよい。

【0039】次に、上記した本発明の第1の実施の形態あるいは第2の実施の形態のスペクトラム拡散通信装置により送信された複合スペクトラム信号を受信する受信装置に適用して好適な受信装置について説明する。本発明にかかる送信装置においては、 n 個の拡散符号列から r 個を選択、若しくは、1シンボルの周期以内の範囲で設定された n 時間位置から r 時間位置のどこかが選択されて r 個の信号が送信されるものであるため、受信装置では、受信された信号のうち、どの信号が選択された r 個であるかを判別する必要がある。その判別方法として最も一般的なものは、候補となる n 個もしくは n 時間位置の受信信号それぞれについてスレッショルドを超えるものかどうかを見る方法がある。しかし、伝播路上で強いノイズ等の影響を受けた時に、相関器出力では r 個の信号が現れているにもかかわらず、スレッショルドを超える信号の数が r 個を超えたり、または、 r 個に満たないことがある。そうなれば、データ復号時に多重フレーム単位で誤りが生じることとなり受信性能を不必要に劣化させることになる。

【0040】そこで、本発明にかかる受信装置においては、 n 個もしくは n 時間位置の相関器出力からパワーの大きいものを r 個選択する最尤判定を用いる事で、受信されたと判断される信号の数を常に r 個確保できるようにしている。これにより、信号の超過や不足を防止することができ、受信静特性をスレッショルド判定によるものより2～3dB向上させることが可能となる。図6に、上記第1の実施の形態とされる送信装置により送信される複合スペクトラム拡散信号を受信する受信機に適用して好適な、本発明のスペクトラム通信装置の第3の実施の形態とされる受信装置の構成を示すブロック図を示し、以下、図6を参照しながら本発明のスペクトラム通信装置の第3の実施の形態とされる受信装置の説明を行う。

【0041】図6において、30は受信信号が入力される受信信号入力端、31は受信信号をベースバンド信号に復調する復調器、32-1～32-nは受信装置において発生された拡散符号列とベースバンド信号との相関をとる相関器、33は拡散符号列を発生する拡散符号発生器、34-1～34-n-1は発生された拡散符号列を遅延する遅延器、35は入力された n 個の相関器出力

の内からパワーの大きいもの r 個を選択して出力する最尤判定部、36は選択出力された r 個の信号から多重された $\alpha + r$ シンボルを復号するデータ復号部、37は復号された信号が出力される情報シンボル出力端である。

【0042】図6に示す受信装置の動作を説明すると、受信信号入力端30より入力された受信信号は、復調器31でベースバンド信号に復調され、 n 個の相関器32-1～32- n に供給される。この場合、拡散符号発生器33から発生された拡散符号列 S_0 は送信側における拡散符号列 S_0 と同一の拡散符号列であり、相関器32-1にはこの拡散符号列 S_0 が参照信号として直接供給される。また、相関器32-2には拡散符号発生器33に接続された遅延時間が τ_0 の遅延器34-1により遅延された拡散符号列 S_1 が供給され、相関器32-3には拡散符号発生器33に接続された遅延時間が τ_1 の遅延器34-2により遅延された拡散符号列 S_2 が供給され、以下同様に供給されて、相関器32- n には拡散符号発生器33に接続された遅延時間が τ_{n-2} の遅延器34- $n-1$ により遅延された拡散符号列 S_{n-1} が相関時の参照信号として供給される。このように、 n 個の相関器32-1～32- n には、送信時に使用された拡散符号列と同一の遅延された n 個の拡散符号列 $S_0 \sim S_{n-1}$ が、それぞれ供給されることになる。

【0043】これら、互いに同期しかつ互いに位相の異なる n 個の参照信号によって、相関器32-1～32- n では受信ベースバンド信号とそれぞれ相関がとられ、 n 個の相関器出力 $CO_0 \sim CO_{n-1}$ は最尤判定部35へ供給されるようになる。最尤判定部35は、入力された n 個の相関器出力 $CO_0 \sim CO_{n-1}$ についてそれぞれのパワーの大小比較を行い、大きいものから順に r 個 $ML_0 \sim ML_{r-1}$ を送信された r 個の符号と判定し、判定された r 個の信号の極性と関連付けてデータ復号部36へ出力する。データ復号部36では、図3(a)に示すような送信に於ける符号選択器14と逆の操作を行い、多重フレーム毎に $\alpha + r$ シンボルを復号し出力する。情報シンボル出力端37に出力された信号は、その後、デインターリーブや誤り訂正処理などが施され、情報データに復号されるようになる。

【0044】この場合、データ復号部36は r 個の入力により $\alpha + r$ シンボルを出力するテーブルや、論理回路等により構成することができる。なお、上記した本発明の第1の実施の形態の形態のスペクトラム拡散通信装置のように、ユニークワードを用いたフレーム同期信号が挿入された複合スペクトラム信号を受信する場合には、フレーム同期信号復号手段が必要となる。そこで、このような場合には、データ復号部36にフレーム同期信号復号手段を付加するようにして、このフレーム同期信号復号手段によりユニークワードを用いたフレーム同期信号の到来タイミングを検出するようにする。そして、多重フレーム周期の整数倍のデータフレーム周期で送られ

てくるフレーム同期信号のタイミングから多重フレーム同期信号を生成することにより、多重フレーム同期信号に基づいて各多重フレームにおける $\alpha + r$ シンボルを、データ復号部36において復調するようにする。

【0045】次に、上記本発明の第2の実施の形態とされる送信装置により送信される複合スペクトラム拡散信号を受信する受信装置に適用して好適な、本発明の第4の実施の形態である受信装置の構成を示すブロック図を図7に示す。以下、図7を参照しながら第4の実施の形態の受信装置の説明を行う。同図において、38は受信された受信信号が入力される受信信号入力端、39は受信信号をベースバンド信号に復調する復調器、40はベースバンド信号と拡散符号発生器41よりの拡散符号列との相関をとるマッチドフィルタ、41は送信側と同様の拡散符号列を発生する拡散符号発生器、42は時間軸上に並んだ n 個の相関出力からパワーの大きい r 個を選択して出力する最尤判定部、43は最尤判定部42から出力される r 個の信号から $\alpha + r$ シンボルを復号するデータ復号部、44は復号された信号が出力される情報シンボル出力端である。

【0046】図7に示す受信装置の動作を説明すると、受信信号入力端38より入力された受信信号は、復調器39においてベースバンド信号に復調され、マッチドフィルタ40に供給される。また、拡散符号発生器41では送信時に使用された拡散符号列が発生されて、マッチドフィルタ40に係数を与えるための参照信号としてマッチドフィルタ40に供給される。これにより、マッチドフィルタ40において拡散符号発生器41により発生された拡散符号列と、復調器39において復調された受信ベースバンド信号との相関がとられる。マッチドフィルタ40から出力される相関信号は、上記第2の実施の形態とされる送信装置ではシンボル間隔 T の周期を分割した n 時間位置から r 時間位置が選択されて送信されているため、相関信号は時間軸上に並んだものとなる。この相関信号は最尤判定部42に供給され、時間軸上に並んだ n 個の相関信号についてそれぞれのパワーの大小比較を行い、大きいものから順に r 個を送信された r シンボルの位置と判定している。判定された r 個の信号は、その極性と関連付けられてデータ復号部43へ出力される。データ復号部43では、図4(a)に示すような送信側に於ける符号選択器22と逆の操作を行い、多重フレーム毎に $\alpha + r$ シンボルが復号されて出力される。情報シンボル出力端44に出力された $\alpha + r$ シンボルの復号信号は、その後、デインターリーブや誤り訂正処理などを施され、情報データに復号されるようになる。

【0047】ここで、相関器としてマッチドフィルタ40を用いているのは、時系列上に現れる r シンボルの信号を識別するのに都合が良い為であるが、同様の効果が得られる相関器であればどのような相関器を用いても良い。なお、上記した本発明の第2の実施の形態のスペク

トラム拡散通信装置のように、ユニークワードを用いたフレーム同期信号が挿入された複合スペクトラム信号を受信する場合には、フレーム同期信号復号手段が必要となる。そこで、このような場合には、データ復号部43にフレーム同期信号復号手段を付加するようにして、このフレーム同期信号復号手段によりユニークワードを用いたフレーム同期信号の到来タイミングを検出するようにする。そして、多重フレーム周期の整数倍のデータフレーム周期で送られてくるフレーム同期信号のタイミングから多重フレーム同期信号を生成することにより、多重フレーム同期信号に基づいて各多重フレームにおける $\alpha + r$ シンボルを、データ復号部43において復調するようにする。

【0048】次に、受信されたユニークワードで変調されたフレーム同期信号を用いて伝播路補正を行うようにした本発明の第5の実施の形態のスペクトラム拡散通信装置とされる受信装置について図8を用いて説明する。同図において、45は受信された受信信号が入力される受信信号入力端、46は受信信号をベースバンド信号に復調する復調器、47はベースバンド信号と図示しない拡散符号発生器よりの拡散符号列との相関をとる第1相関器、48はユニークワードの自己相関を利用して第1相関器47の相関出力信号からフレーム同期信号の受信時に相関ピーク出力を出力する第2相関器、49は第2相関器48により検出された相関ピーク信号に基づいてデータフレームの同期信号および多重フレームの同期信号を発生する同期信号発生部、50は第2相関器48から出力される相関ピーク出力の値およびタイミングを使用して受信信号の補正を行う伝播路補正部、51は伝播路補正部50から出力された n 個の信号から r 個を選択して出力する最尤判定部、52は最尤判定部51から出力される r 個の信号から多重された $\alpha + r$ シンボルを復号するデータ復号部、53は復号された信号が出力される情報シンボル出力端である。

【0049】図8に示す受信装置の動作を説明すると、受信信号入力端45より入力された受信信号は、復調器46でベースバンド信号に復調され、第1相関器47へ供給される。第1相関器47は、図6に示す拡散符号発生器33、遅延器34-1～34- $n-1$ および相関器32-1～32- n とから構成したり、図7に示すマッチドフィルタ40と拡散符号発生器41から構成することができる。第1相関器47で得られた相関出力は第2相関器48に供給され、データフレーム間隔で挿入されたフレーム同期信号との相関がとられる。この場合、フレーム同期信号は、上記したように自己相関特性の良いユニークワードで変調された j 多重フレーム $\times r$ 個の信号部分を含んでいる。また、フレーム同期信号における r 個の信号部分は、通常出現しない組合せのパターンで送られてくるため、第2相関器48の相関出力ではフレーム同期信号が受信された時のみ、相関ピークが現れる

ようになる。

【0050】このように、第2相関器48においては j 多重フレームにわたって相関がとられるため、ランダムノイズの影響が抑えられ、かつ、送信電力を大きくすることなくフレーム同期信号のC/Nを向上することができる。さらに、フレーム同期信号は、例えば図5に示すようにデータフレームの先頭に挿入されるため、捕捉された相関ピークはデータフレームの先頭に現れるようになる。従って、相関ピークはそのままデータフレームのフレーム同期信号として用いる事が可能となる。この第2相関器48の相関出力は多重フレーム同期発生器49に供給され、その相関ピークのタイミングから、データフレームの同期信号と、データフレーム周期の整数等分である多重フレームの多重フレーム同期信号や、シンボル同期信号が生成される。

【0051】ところで、第2の相関器48から出力される相関ピークの位相は一定であるため、伝播路上での影響を推定し補正する為のパイロット信号として用いる事が可能となる。この補正のため、第2相関器48出力は伝播路補正部50へも供給される。伝播路補正部50では、第2相関器48から得られる相関ピーク値をデータフレームに相当する時間保持し、第1相関器47から出力されるフレーム同期信号に続く情報信号に対し、伝播路で受けた振幅や位相の変動に対する補正を施すようにする。伝播路補正部50にて伝播路で受けた影響に補正が施された後、第1相関器47から出力される情報シンボルは最尤判定部51に供給されて、同期信号発生部49で生成された多重フレーム同期信号を用いて、多重フレーム毎に送信された r 個の情報信号が推定される。次いで、最尤判定部51において推定された r 個の信号は、データ復号部52に供給されて $\alpha + r$ シンボルが復号される。データ復号部52では、図3(a)や図4

(a)に示すような送信に於ける符号選択器の逆の操作が行われ、多重フレーム毎に多重されている $\alpha + r$ シンボルが生成されて、情報シンボル出力端53から出力される。情報シンボル出力端53に出力されたシンボルデータは、その後、デインターリーブや誤り訂正処理などが施され、情報データに復号されるようになる。

【0052】次に、本発明の第5の実施の形態にかかる受信装置における第2相関器48の詳細構成の第1の例を示す。ただし、第1の例では拡散符号列の5個($n=5$)の内の2個($r=2$)が選択されると共に、情報シンボルは図3(a)に従い送信されるものとする。また、フレーム同期信号は4多重フレーム($j=4$)で図3(b)に示すように送信されるものとする。図9において、47-1～47-5は5個並列に設けられた相関器、55-1～55-8は相関器47-1～47-5から出力される相関器出力にそれぞれ係数 $k_0 \sim k_7$ を乗算する係数乗算器、56-1～56-4は係数 $k_0 \sim k_7$ の乗算された2つの相関器出力を加算する加算器、57-

1～57-3は加算器56-1～56-4から出力される加算器出力信号の時間を揃えるための遅延器、58は加算器56-2と遅延器57-1～57-3からの時間が揃った信号を加算して相関出力を出力する出力加算器、49-1は出力加算器58の出力に基づいてデータフレーム同期信号を生成するデータフレーム同期信号生成器、49-2はデータフレーム同期信号に基づいて多重フレーム同期信号を生成する多重フレーム同期信号生成器である。

【0053】図9に示す第1の例の構成の動作を説明すると、5個 ($n=5$) の相関器47-1～47-5では、それぞれ図16(a)に示す拡散符号列 $S_0 \sim S_4$ とベースバンド信号との相関がとられる。相関器47-1～47-5から出力される5つの相関器出力は、相関器出力端61を介して伝播路補正部50に供給されると共に、第2相関器48へも供給される。すなわち、相関器47-1よりの相関器出力は、係数 k_2 、 k_6 の係数乗算器55-1、55-2に供給され、相関器47-2よりの相関器出力は、係数 k_3 、 k_7 の係数乗算器55-3、55-4に供給され、相関器47-4よりの相関器出力は、係数 k_0 、 k_4 の係数乗算器55-5、55-6に供給され、相関器47-5よりの相関器出力は、係数 k_1 、 k_5 の係数乗算器55-7、55-8に供給され、相関器47-3よりの相関器出力は、いずれにも供給されない。これは、フレーム同期信号は第3拡散符号列 S_2 を使用することなく送信されるからである。

【0054】ここで、係数乗算器55-1～55-8における係数 $k_0 \sim k_7$ は図3(b)に示すユニークワードと同じに設定しており、係数 $k_0 \sim k_7$ は、 $\{k_0, k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6, k_7\} = \{+, +, -, -, -, +, -, +\}$ とされている。なお、係数が+の場合は乗算しても符号は変化しないため、係数が+である k_0 、 k_1 、 k_5 、 k_7 を乗算する乗算係数器を省略する事も可能である。そして、加算器56-1では係数乗算器55-1より出力される係数 k_2 ($=-$) が乗算された相関器47-1の相関器出力と、係数乗算器55-3より出力される係数 k_3 ($=-$) が乗算された相関器47-2の相関器出力とが加算される。これにより加算器56-1からは、 $-S_0$ 、 $-S_1$ からなる2番目の多重フレーム#2を受信したときに有意の出力が出力されるようになる。

【0055】また、加算器56-2では係数乗算器55-2より出力される係数 k_6 ($=-$) が乗算された相関器47-1の相関器出力と、係数乗算器55-4より出力される係数 k_7 ($=+$) が乗算された相関器47-2の相関器出力とが加算される。これにより加算器56-2からは、 $-S_0$ 、 $+S_1$ からなる4番目の多重フレーム#4を受信したときに有意の出力が出力されるようになる。さらに、加算器56-3では係数乗算器55-5より出力される係数 k_0 ($=+$) が乗算された相関器47

-4の相関器出力と、係数乗算器55-7より出力される係数 k_1 ($=+$) が乗算された相関器47-5の相関器出力とが加算される。これにより加算器56-3からは、 $+S_3$ 、 $+S_4$ からなる1番目の多重フレーム#1を受信したときに有意の出力が出力されるようになる。さらにまた、加算器56-4では係数乗算器55-6より出力される係数 k_4 ($=-$) が乗算された相関器47-4の相関器出力と、係数乗算器55-8より出力される係数 k_5 ($=+$) が乗算された相関器47-4の相関器出力とが加算される。これにより加算器56-4からは、 $-S_3$ 、 $+S_4$ からなる3番目の多重フレーム#3を受信したときに有意の出力が出力されるようになる。

【0056】このようにして4多重フレーム ($j=4$) における相関器出力が加算器56-1～56-4から出力される。次いで、2番目の多重フレーム#2を受信したときに加算器56-1から出力される有意の出力は、多重フレーム長に相当する時間 T の2倍の遅延時間 ($2T$) だけ、遅延器57-1により遅延される。また、1番目の多重フレーム#1を受信したときに加算器56-3から出力される有意の出力は、多重フレーム長に相当する時間 T の3倍の遅延時間 ($3T$) だけ、遅延器57-2により遅延される。さらに、3番目の多重フレーム#3を受信したときに加算器56-4から出力される有意の出力は、多重フレーム長に相当する時間 T だけ、遅延器57-3により遅延される。なお、4番目の多重フレーム#4を受信したときに加算器56-2から出力される有意の出力は、遅延されない。

【0057】このように遅延器57-1～57-3により遅延されることにより、有意の出力は4番目の多重フレームにおける有意の出力に時間軸上で揃えられ、この時間が揃えられた有意の出力が出力加算器58において加算されるようになる。したがって、出力加算器58からはフレーム同期信号の4番目の多重フレームが受信された時点において相関ピーク信号が出力されるようになる。そして、フレーム同期信号が検出された次の T 時間後が、情報シンボルがのった多重フレームとなり、以後多重フレームは T 時間毎に出現するようになる。例えば、データフレームが m 多重フレームから成るとすれば $m \times T$ 時間後に再び加算器58より相関ピーク信号が検出されるようになる。

【0058】この原理を用いて、データフレーム同期信号生成器49-1で mT 周期毎に供給される相関ピーク信号からデータフレーム同期信号を生成して出力端63より出力する。また、多重フレーム同期信号生成器49-2では、 mT 周期のデータフレーム同期信号を m 通倍することにより周期 T の多重フレーム同期信号を生成し出力端64より出力する。また、出力加算器58の出力である出力端62からの相関ピーク信号は、伝播路補正部50へ供給され、この相関ピーク信号に基づいて相関器出力端61に現れる相関器信号の振幅および位相補正

が行われる。

【0059】次に、本発明の第5の実施の形態にかかる受信装置における第2相関器48の詳細構成の第2の例を示す。ただし、第2の例では拡散符号列の5個($n=5$)の内の2個($r=2$)が選択されて、情報シンボルは図4(a)に従い送信されると共に、フレーム同期信号は4多重フレーム($j=4$)で図4(b)に示すように送信されるものとする。図10において、66は第1相関器47を実現するマッチドフィルタ(MF)、67-1~67-7はマッチドフィルタ66から出力される逆拡散された出力信号を所定時間づつ遅延する縦続接続された遅延器、68-1~68-8はマッチドフィルタ66の出力信号および遅延器67-1~67-7において遅延された出力信号にそれぞれ係数 $k_0 \sim k_7$ を乗算する係数乗算器、69は係数乗算器68-1~68-8により係数 $k_0 \sim k_7$ が乗算された出力信号の総和を演算して出力する加算器、49-1は加算器69の出力に基づいてデータフレーム同期信号を生成するデータフレーム同期信号生成器、49-2はデータフレーム同期信号に基づいて多重フレーム同期信号を生成する多重フレーム同期信号生成器、49-3は多重フレーム同期信号に基づいてシンボル同期信号を生成するシンボル同期信号生成器である。

【0060】図10に示す第2の例の構成の動作を説明すると、相関器であるマッチドフィルタ66では、受信された複合スペクトラム拡散信号とマッチドフィルタ66において設定されている目的符号(送信側の拡散符号列に対応する)との相関が演算されて、逆拡散された出力信号が出力される。マッチドフィルタ66からの出力信号は、情報信号出力端73より出力されて伝播路補正部50に供給されると共に、第2相関器48へも供給される。この第2相関器48は $j \times r - 1 = 7$ 個の遅延器67-1~67-7と、 $j \times r = 8$ 個の乗算係数器68-1~68-8と、8個の乗算係数器68-1~68-8の出力の総和をとる加算器69からなるマッチドフィルタ型の相関器として構成されている。

【0061】このマッチドフィルタ型である第2相関器48の説明を行う前に、受信されるフレーム同期信号の構成について図11を参照して説明する。図11(a)のTx欄には、前記図4(b)に従って送信された多重フレーム#1~#4からなり、ユニークワードで変調されたフレーム同期信号が多重フレーム毎に時系列に並べられて示されており、同図Rx欄には、このフレーム同期信号に対する第2相関器48における各係数器68-1~68-8の対応関係を示している。図示するように、時系列で出現するフレーム同期信号の各シンボルの位置関係は同図に示す通り{+, +, -, -}が隣接して出現し、これに対応して係数 k_0, k_1, k_2, k_3 が隣接するよう設定される。さらに、6シンボル分無信号状態が続いた後、{-, +, -, +}が隣接して出現し、

これに対応して係数 k_4, k_5, k_6, k_7 が隣接して設定される。なお、Rx欄に示すように係数 $k_0 \sim k_7$ が、時間軸上で出現するフレーム同期信号のシンボルに対応するように、遅延器67-1~67-7の遅延時間が設定される。すなわち、マッチドフィルタ66から出力される逆拡散された出力信号は、図12(a)に示す時間と符号で時系列軸上に配置されるようになる。なお、図示されるTは多重フレームの周期である。

【0062】また、図11(b)に、多重される拡散符号列が5個とされた場合の送信されてくる1多重フレーム分のシンボルの時間的位置と関係を示す。シンボルは第1拡散符号列から第5拡散符号列の5つ($n=5$)の各位置から $r (=2)$ 位置選択されて送信されてくる。この時、最初に送られてくる第1拡散符号列のシンボルと隣接する時間 τ_0 遅れて送信される第2拡散符号列のシンボルとの時間差を τ_A 、同様に第2拡散符号列のシンボルと隣接する時間 τ_1 遅れて送信される第3拡散符号列のシンボルとの時間差を τ_B 、第3拡散符号列のシンボルと隣接する時間 τ_2 遅れて送信される第4拡散符号列のシンボルとの時間差を τ_C 、第4拡散符号列のシンボルと隣接する時間 τ_3 遅れて送信される第5拡散符号列のシンボルとの時間差を τ_D 、第5拡散符号列のシンボルと隣接する次の多重フレームの先頭である第1拡散符号列のシンボルとの時間差を τ_E とする。

【0063】また、係数乗算器68-1~68-8における係数 $k_0 \sim k_7$ の値は図4(b)に示すユニークワードと同じに設定されており、係数 $k_0 \sim k_7$ は、 $\{k_0, k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6, k_7\} = \{+, +, -, -, -, +, -, +\}$ とされている。なお、係数が+の場合は乗算しても符号は変化しないため、係数が+である k_0, k_1, k_5, k_7 を乗算する乗算係数器を省略する事も可能である。ここで、フレーム同期信号との相関をとるマッチドフィルタ型の第2相関器48において、遅延器67-7から第1多重フレーム#1で送られた第4拡散符号列のシンボル{+}が出現したとする。このシンボルは係数乗算器 k_0 において係数{+}が乗算されて加算器69に供給される。この時点では、遅延器67-6からは遅延器67-7の遅延時間 τ_D だけ前に出現する第1多重フレーム#1で送られた第5拡散符号列のシンボル{+}が出現する。このシンボルは係数乗算器 k_1 において係数{+}が乗算されて加算器69に供給される。

【0064】さらに、同時点において、遅延器67-5からはさらに遅延器67-6の遅延時間 τ_E だけ前に出現する第2多重フレーム#2で送られた第1拡散符号列のシンボル{-}が出現する。このシンボルは係数乗算器 k_2 において係数{-}が乗算されて加算器69に供給される。さらにまた、同時点において、遅延器67-4からはさらに遅延器67-5の遅延時間 τ_A だけ前に出現する第2多重フレーム#2で送られた第2拡散符号

列のシンボル {−} が出現する。このシンボルは係数乗算器 k_3 において係数 {−} が乗算されて加算器 6 9 に供給される。さらにまた、同時点において、遅延器 6 7 − 3 からはさらに遅延器 6 7 − 4 の遅延時間 $T + \tau_B + \tau_C$ だけ前に出現する第 3 多重フレーム # 3 で送られた第 4 拡散符号列のシンボル {−} が出現する。このシンボルは係数乗算器 k_4 において係数 {−} が乗算されて加算器 6 9 に供給される。さらにまた、同時点において、遅延器 6 7 − 2 からはさらに遅延器 6 7 − 3 の遅延時間 τ_D だけ前に出現する第 3 多重フレーム # 3 で送られた第 5 拡散符号列のシンボル {+} が出現する。このシンボルは係数乗算器 k_5 において係数 {+} が乗算されて加算器 6 9 に供給される。

【0065】さらにまた、同時点において、遅延器 6 7 − 1 からはさらに遅延器 6 7 − 2 の遅延時間 τ_E だけ前に出現する第 4 多重フレーム # 4 で送られた第 1 拡散符号列のシンボル {−} が出現する。このシンボルは係数乗算器 k_6 において係数 {−} が乗算されて加算器 6 9 に供給される。さらにまた、同時点において、マッチドフィルタ 6 6 からはさらに遅延器 6 7 − 3 の遅延時間 τ_A だけ前に出現する第 4 多重フレーム # 4 で送られた第 2 拡散符号列のシンボル {+} が出現する。このシンボルは係数乗算器 k_7 において係数 {+} が乗算されて加算器 6 9 に供給される。これにより、この時点において加算器 6 9 には時間が揃えられて係数乗算器 6 8 − 1 ~ 6 8 − 8 から正極性の一方向とされた乗算信号が入力されて加算されるため、その加算出力にはピークが現れるようになる。この加算出力が相関ピーク信号であり、フレーム同期信号における第 4 多重フレーム # 4 の第 2 拡散符号列の到来タイミングで出力される。このタイミングが図 1 2 (b) に示されており、フレーム同期信号に続く情報シンボルで変調された多重フレームの先頭より、時間 $(T - \tau_A)$ だけ前に相関ピークを検出することができる。

【0066】この加算器 6 9 から出力される相関ピーク信号は、データフレーム同期信号生成部 4 9 − 1 に供給され、相関ピーク信号のタイミングから図 1 2 (c) に示すタイミングの周期 mT とされたデータフレーム同期信号が生成される。この、データフレーム同期信号は出力端 7 5 から出力される。また、このデータフレーム同期信号は多重フレーム同期信号生成部 7 1 に供給され、多重フレーム同期信号生成部 7 1 においてデータフレーム同期信号が m 通倍されることにより、図 1 2 (d) に示す多重フレーム同期信号が生成される。なお、この場合データフレーム周期は mT であり、多重フレーム同期信号は出力端 7 6 から出力される。さらに、多重フレーム同期信号はシンボル同期信号生成部 7 2 に供給され、シンボル同期信号生成部 7 2 では、多重フレーム同期信号が n 通倍されることにより、 $n = 5$ とされた際は図 1 2 (e) に示すシンボル同期信号が生成される。これに

より、多重フレームの先頭シンボル位置から、 τ_A 、 τ_B 、 \dots 、 τ_D 間隔でシンボル同期信号が出力端 7 7 から出力される。

【0067】出力端 7 5、7 6、7 7 より出力されるデータフレーム同期信号、多重フレーム同期信号、シンボル同期信号は、データ復号部 5 2、最尤判定部 5 1、第 1 相関器 4 7 に供給されてシンボル位置信号抽出などに用いられる。すなわち、図 1 2 (e) に示すシンボル同期信号で同図 (a) に示すマッチドフィルタ 6 6 の出力信号を抜き取ると、図 1 2 (f) に示す情報シンボルの乗った多重フレームの信号を得ることができる。また、図 1 2 (f) に示す多重フレームの信号を、データ復号部 5 2 で $\alpha + r$ シンボルの情報シンボルに復号した復号信号を同図 (g) に示す。この復号された情報シンボルの最初の 5 シンボルは、図 1 2 (f) に示す信号 {+, 0, 0, −, 0} を図 4 (a) に従って、 $\alpha = \{+, +, −\}$ に復号すると共に、引き続き $r_0 = +$ 、 $r_1 = −$ と復号したものである。

【0068】ところで、図 1 2 (b) に示す加算器 6 9 から出力される相関ピーク信号は、データフレーム間隔 mT でしか相関ピークが立たない。したがって、この相関ピーク信号を利用すれば伝播路で遅延波が生じて、データフレーム長 (mT) 相当の時間以内であれば遅延波の識別および分離が可能となる。このことを図 1 3 を参照しながら詳細に説明する。遅延波が存在した場合の加算器 6 9 から出力される相関ピーク信号には、データフレーム長相当の時間 $T_F (=mT)$ 以内にさらに相関ピークが現れるようになる。例えば、図 1 3 (a) に示すように最初の相関ピークとの時間差が τ_d とされた相関ピークが現れている。これは、図 1 3 (b) に示す希望波の他に τ_d 遅延して到来した図 1 3 (c) に示す遅延波が存在することを表している。従って、遅延波の遅延時間を検出することが可能であり、受信された希望波と遅延波とを分離することが可能であることを示している。

【0069】これにより、伝送容量の低下を招く特別な信号を新たに挿入して送信することなく、1 シンボル以内の遅延波の分離さえ困難な伝送方式において、1 シンボルをはるかに超える遅延波の分離が可能となり、受信特性を向上することができる。なお、このための条件としてはデータフレーム長を、伝播路で予測され、受信装置で必要と考えられる遅延波の最大遅延時間以上とすれば良い。また、加算器 6 9 から出力される相関ピーク信号は、伝播路補正部 5 0 へも供給され、相関ピーク信号を参照信号として第 1 相関器 4 7 から出力される相関信号の振幅および位相補正が行われる。

【0070】以上説明した本発明のスペクトラム拡散通信装置では、ひとつの拡散符号列を互いに同期しかつ互いに位相の異なる n 種類の拡散符号列に見立ててシンボルを拡散し多重するか、あるいは、同一の拡散符号列で

拡散された複数のシンボルを遅延して多重するかのいずれかとされている。このような場合には、位相の異なる拡散符号列同士の相関値、または、遅延された時点での拡散符号列間の相関値が干渉となって、受信特性を理論値から劣化させる場合がある。特に、同一の拡散符号列で拡散された複数のシンボルを遅延して多重する方法ではその影響が大きい。

【0071】そこで、上記問題を解決することのできる本発明のスペクトラム通信装置の第6の実施の形態を図14を参照しながら説明する。この本発明の第6の実施の形態では、各拡散符号列間の位相差を、または、同一の拡散符号列で拡散された複数のシンボルを遅延して多重する方法においては隣り合う遅延位置の遅延差を、通信システムにおいて必要とする拡散率の $1/N$ とし、全体の $1/N$ である各部分には直交する N 個の符号を用いた拡散符号列を割り当てるようにしている。なお、 N は一定の固定値とされる。

【0072】この第6の実施の形態に従う拡散符号列を5個($n=5$)とした場合の拡散符号列の一例が図14(a)に示されている。図14(a)はそれぞれ8チップからなる直交符号A～Eが5種類用意され、直交符号A～Eがシンボル周期 T を5等分した周期 τ 毎に順次割り当てられている。ここで、直交符号A～Eは互いに直交しているため、位相差間隔若しくは遅延差間隔である周期 τ ではどの部分も互いに干渉とはならない。具体的に例をあげて説明すると、図14(b)に示すように互いに位相が τ 異なる5個の拡散符号列より第3拡散符号列と第5拡散符号列の2個が選択されて送信された場合($r=2$)を考える。この場合に、第3拡散符号列と第5拡散符号列の2つが同時に受信される。この場合、第3拡散符号列と相関をとっている相関器にとっては、第5拡散符号列は干渉でしかないが、第3拡散符号列の5つの各直交符号{D, E, A, B, C}が、第5拡散符号列を構成している5つの直交符号{B, C, D, E, A}とそれぞれ直交しているため、全体として第5拡散符号列は干渉となることはない。同様に、第5拡散符号列と相関をとっている相関器にとっても、第3拡散符号列は干渉にはならない。

【0073】また、図14(c)に示す例は、同一の拡散符号列で拡散された2シンボル($r=2$)を5通り($n=5$)のいずれかで遅延して多重する場合の一例である。この場合、最初の多重フレームにおいては基準の第1拡散符号列より 2τ 遅延されている第3拡散符号列と、基準の第1拡散符号列より 4τ 遅延されている第5拡散符号列で多重され、次の多重フレームでは遅延されない基準の第1拡散符号列と、基準の第1拡散符号列より 3τ 遅延された第4拡散符号列で多重されている。すると、最初の多重フレームの第3拡散符号列の信号によって、最初の多重フレームの第5拡散符号列の直交符号A, B, Cの部分と、次の多重フレームの第1拡散符号

列の直交符号A, Bの部分干渉となるが、各拡散符号列は直交符号A～Eにより構成されているため、結果としてこれらは干渉とはならない。また、最初の多重フレームの第5拡散符号列の信号についても、最初の多重フレームの第3拡散符号列の直交符号C, D, Eの部分と、次の多重フレームの第1拡散符号列の直交符号A, B, C, Dの部分および第4拡散符号列の直交符号Aの部分干渉となるが、同様に、これらも干渉とはならない。

【0074】図14では、 $n=5$, $r=2$ の例について説明したが、この数値例に限らず各拡散符号列同士の干渉を防止することができる。このように、直交符号を N 個つなげたものを拡散符号列に選ぶ事で、位相の異なる符号間干渉若しくは、部分相関による干渉を防ぐ事が出来、より確実な伝送を確保する事が可能となる。なお、以上説明した本発明は多重されない拡散符号列を選択し、その組み合わせによる自己相関性のよいユニークワードを同期符号として挿入することで、受信側で遅延波の分離を容易に行うことができる。これを利用して本発明において、マルチパスなどによる遅延波除去や、RAKE受信を行うようにしてもよい。

【0075】

【発明の効果】本発明は以上のように構成されているので、自己相関の良好なユニークワードからなるフレーム同期信号を挿入することにより、データの伝送効率を低下させることなく多重フレームの同期をより確実に捕捉することのできるスペクトラム通信装置とすることができる。また、伝播路で予測される遅延分散量よりもデータフレーム長を長く設定し、そのデータフレーム毎にフレーム同期信号を挿入することにより、データフレームの周期をフレーム同期、シンボル同期、多重フレーム同期のみならず、遅延波の分離などを含めた伝播路推定および補正用の信号として利用することができ、受信特性を向上させることができる。

【0076】さらに、本発明は同一の拡散符号列で拡散されたシンボルを遅延して多重しているので、受信側で多重波の分離を容易に行うことができ、また、自己相関の良好なユニークワードで変調された、選択されない拡散符号列の組み合わせによる同期信号を挿入することにより、マルチパスなどによる遅延波除去若しくはRAKE受信を容易に行うことができる。さらにまた、拡散符号列を N 個の直交符号をつなげた符号とすることで、位相の異なる他のシンボルとの相互相関による干渉や、あるいは、部分相関による干渉等の干渉を防止することができる。さらにまた、 n 個もしくは n 時間位置の相関器出力からパワーの大きいものを r 個選択する最尤判定を用いる事で、受信されたと判断される信号の数を常に r 個確保できるようにしている。これにより、信号の超過や不足を防止することができ、受信静特性をスレッショルド判定によるものよ

り2～3 dB向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のスペクトラム通信装置の第1の実施の形態とされる送信装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明のスペクトラム通信装置の第2の実施の形態とされる送信装置の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明のスペクトラム通信装置の第1の実施の形態とされる送信装置における符号選択の態様の一例を示す図表である。

【図4】本発明のスペクトラム通信装置の第2の実施の形態とされる送信装置における符号選択の態様の一例を示す図表である。

【図5】本発明のスペクトラム拡散通信装置におけるデータフレームと遅延プロファイルとの関係を示すブロック図である。

【図6】本発明のスペクトラム通信装置の第3の実施の形態とされる受信装置の構成を示すブロック図である。

【図7】本発明のスペクトラム通信装置の第4の実施の形態とされる受信装置の構成を示すブロック図である。

【図8】本発明のスペクトラム通信装置の第5の実施の形態とされる受信装置の構成を示すブロック図である。

【図9】本発明のスペクトラム通信装置の第5の実施の形態とされる受信装置における第2相関器の詳細構成の一例を示すブロック図である。

【図10】本発明のスペクトラム通信装置の第5の実施の形態とされる受信装置における第2相関器の詳細構成の他の例を示すブロック図である。

【図11】図10に示す第2相関器の動作を説明するための図表および図である。

【図12】図10に示す第2相関器の動作を説明するための第1相関器出力、相関ピーク信号、各同期信号等のタイムチャートである。

【図13】本発明のスペクトラム拡散受信装置における遅延波を受信した時に検出されるフレーム同期信号のタイミングの一例を示す図である。

【図14】本発明のスペクトラム通信装置の第6の実施の形態を説明するための拡散符号列の構成、および、多重フレームの構成を示す図である。

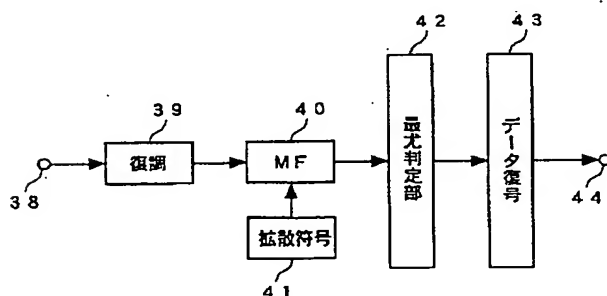
【図15】従来の並列組合せ遅延多重方式によるスペクトラム拡散伝送方式の構成を示す図である。

【図16】同一の拡散符号列を用いる並列組合せ遅延多重方式による多重フレームの構成、および、従来の多重フレーム同期信号の構成を示す図である。

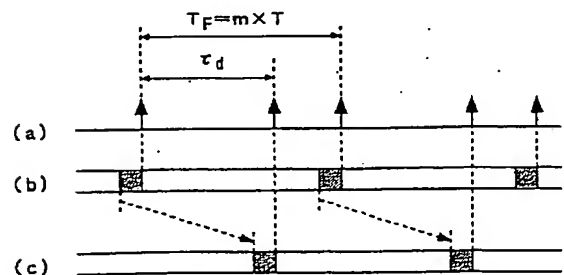
【符号の説明】

- 11 拡散符号発生器
- 12-1～12-n-1, 26-1～26-n-1 遅延器
- 13, 21 シリアル/パラレル変換器
- 14, 22 符号選択器
- 15, 23 フレーム同期信号挿入部
- 16-1～16-r, 27-1～27-r 変調器
- 17, 28, 56-1～56-4, 69 加算器
- 18, 20 入力端
- 19, 29 出力端
- 25-1～25-n 乗算器
- 30, 38, 45 受信信号入力端
- 31, 39 復調器
- 32-1～32-n, 47-1～47-5 相関器
- 33, 41 拡散符号発生器
- 34-1～34-n-1, 57-1～57-3, 67-1～67-7 遅延器
- 35, 42, 51 最尤判定部
- 36, 43, 52 データ復号部
- 37, 44 情報シンボル出力端
- 40, 66 マッチドフィルタ
- 47 第1相関器
- 48 第2相関器
- 49 同期信号発生部
- 49-1 データフレーム同期信号生成部
- 49-2 多重フレーム同期信号生成部
- 49-3 シンボル同期信号生成部
- 50 伝播路補正部
- 55-1～55-8, 68-1～68-8 係数乗算器
- 58 出力加算器
- 61, 73 相関器出力端
- 62, 63, 64, 74, 75, 76, 77 出力端

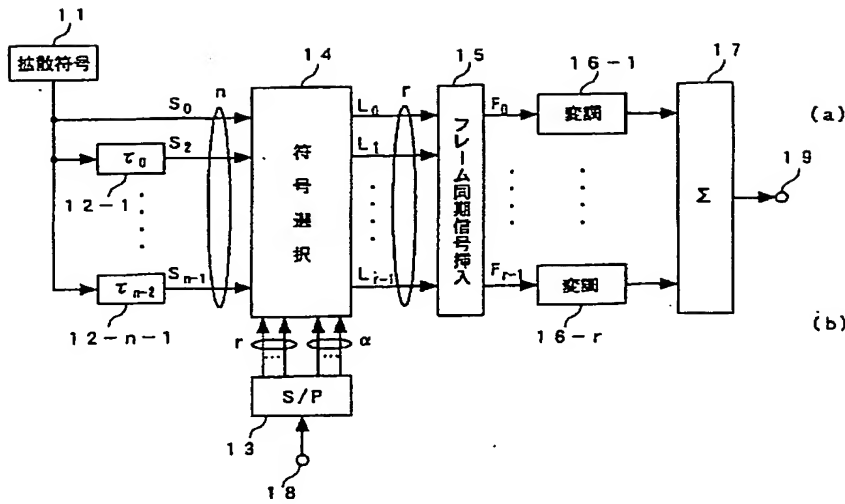
【図7】



【図13】



【図1】

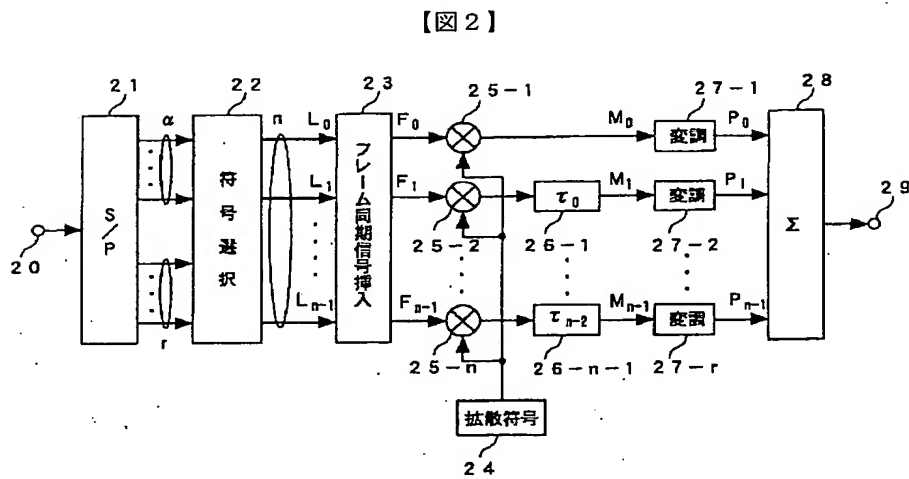


【図3】

入力シンボル		符号選択器出力	
α	r	L_0	L_1
+	+	$r_0 \times S_0$	$r_1 \times S_2$
+	+	$r_0 \times S_0$	$r_1 \times S_3$
+	-	$r_0 \times S_0$	$r_1 \times S_4$
+	-	$r_0 \times S_1$	$r_1 \times S_2$
-	+	$r_0 \times S_1$	$r_1 \times S_3$
-	+	$r_0 \times S_1$	$r_1 \times S_4$
-	-	$r_0 \times S_2$	$r_1 \times S_3$
-	-	$r_0 \times S_2$	$r_1 \times S_4$

ユニークワード	
{+, +, -, -, -, +, -, +}	
j	フレーム同期信号挿入部出力 F_0 F_1
#1	$+S_3$ $+S_4$
#2	$-S_0$ $-S_1$
#3	$-S_3$ $+S_4$
#4	$-S_0$ $+S_1$

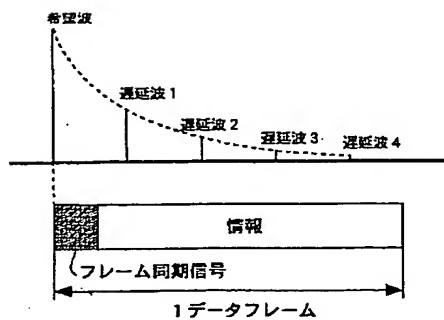
【図4】



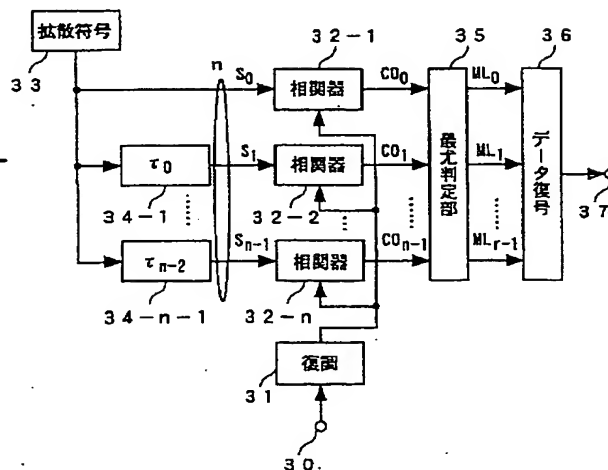
入力シンボル		符号選択器出力				
α	r	L_0	L_1	L_2	L_3	L_4
+	+	r_0	0	r_1	0	0
+	+	r_0	0	0	r_1	0
+	-	r_0	0	0	0	r_1
+	-	0	r_0	r_1	0	0
-	+	0	r_0	0	r_1	0
-	+	0	0	r_0	0	r_1
-	-	0	0	0	r_0	0
-	-	0	0	0	0	r_1

ユニークワード	
{+, +, -, -, -, +, -, +}	
j	フレーム同期信号挿入部出力 F_0 F_1 F_2 F_3 F_4
#1	0 0 0 + +
#2	- - 0 0 0
#3	0 0 0 - +
#4	- + 0 0 0

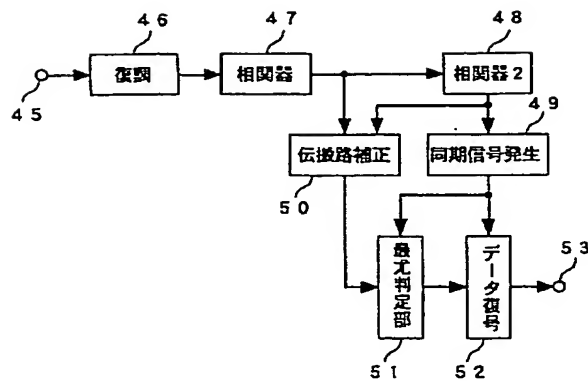
【図5】



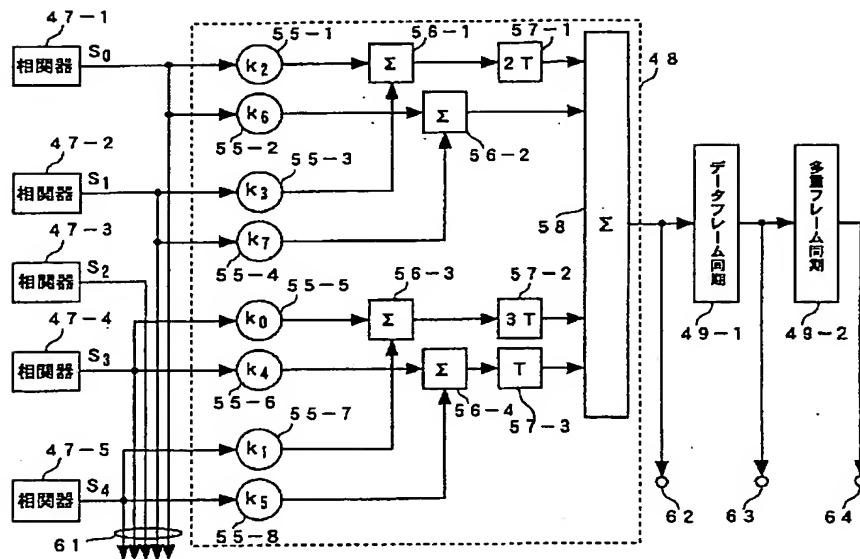
【図6】



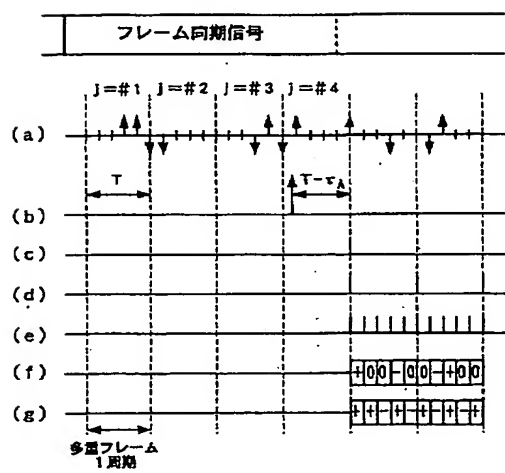
【図8】



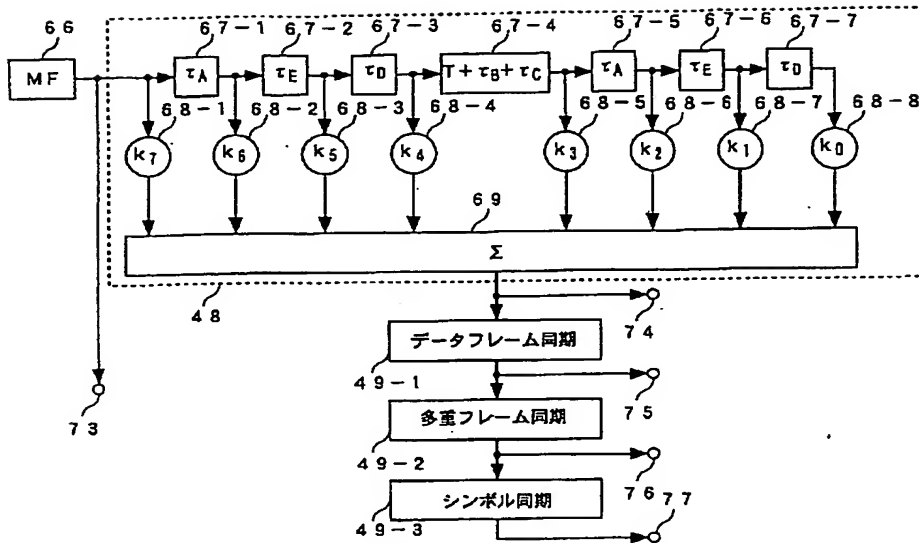
【図9】



【図12】



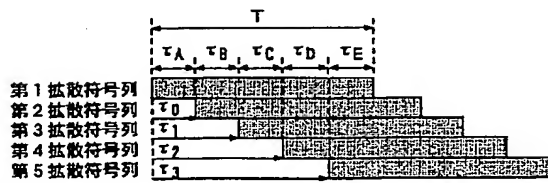
【図10】



【図11】

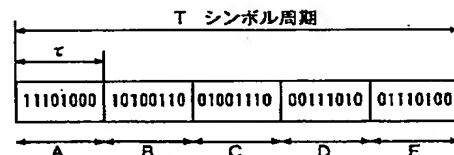
J	#1	#2	#3	#4
Tx	0 0 0 1 1	1 1 0 0 0	0 0 0 1 1	1 1 0 0 0
Rx	0 0 0 k ₀ , k ₁	k ₂ , k ₃ , 0 0 0	0 0 0 k ₄ , k ₅	k ₆ , k ₇ , 0 0 0

(a)

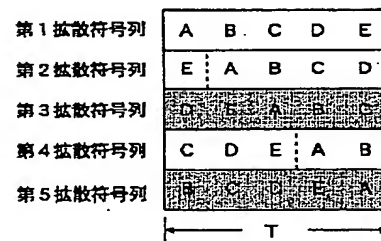


(b)

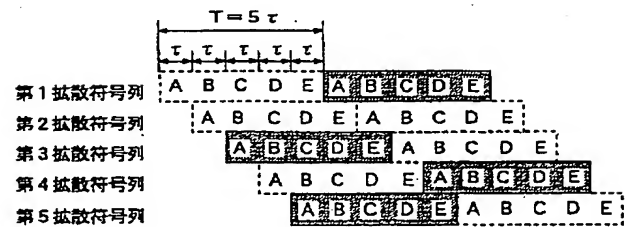
【図14】



(a)

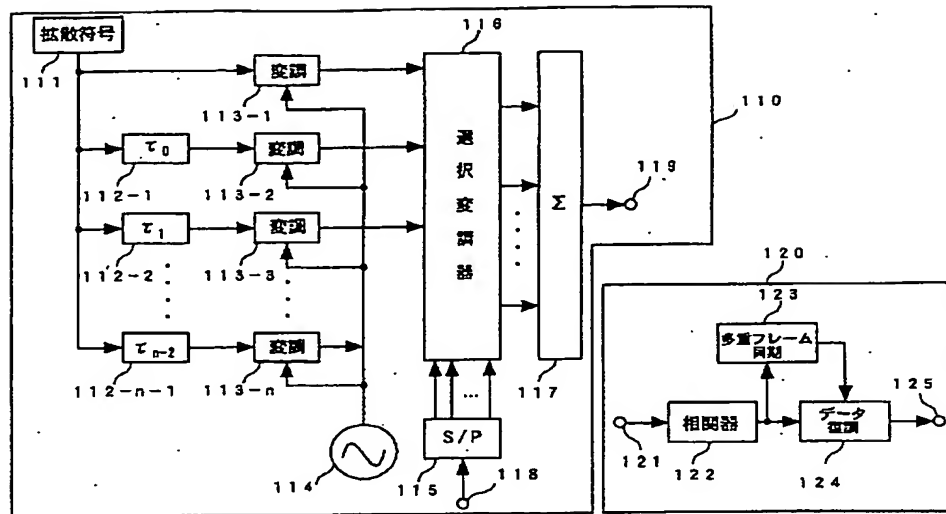


(b)

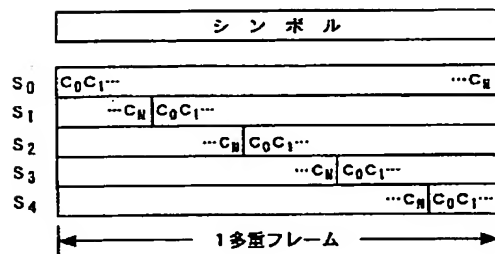


(c)

【図15】



【図16】



(a)

送信符号	多重フレーム	
	1	2
S₀	0	+
S₁	0	+
S₂	0	0
S₃	+	0
S₄	+	0

(b)

【手続補正書】

【提出日】平成11年2月22日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 互いに同期しかつ互いに位相が異なる n 個の拡散符号列を並列に発生する拡散符号発生部と、 $\log_2(nC_r)$ より小さい整数 α シンボルのシンボルデータに基づき、該 n 個の拡散符号列から r 個の拡散符号列の組み合わせを選択し、該選択された r 個の各々の

拡散符号列に、 r シンボルのシンボルデータの各々により変調を施して出力する符号選択部と、

該符号選択部から出力される r 個の変調拡散符号列を加算することにより、 $(\alpha + r)$ シンボルの情報量を有する r 多重された変調拡散符号列を多重フレームとする複合スペクトラム拡散信号列を出力する加算器と、

前記符号選択部において選択されることのない拡散符号列の組み合わせにおける r 個の拡散符号列の各々を、自己相関特性の良いユニークワードの個々のデータで変調することにより、前記多重フレームを単位とするフレーム同期信号を生成する同期信号生成部とを備え、

該フレーム同期信号を、送信すべきデータを多重した多重フレームの整数倍の所定周期毎に挿入して送信するようにしたことを特徴とするスペクトラム拡散通信装置。

【請求項2】 前記フレーム同期信号は複数の多重フレームを使用して生成されることを特徴とする請求項1記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項3】 前記フレーム同期信号は前記シンボルデータのデータフレーム毎に挿入されることを特徴とする請求項1記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項4】 前記フレーム同期信号を挿入するフレーム同期信号挿入部が、前記符号選択部と前記加算器との間に設けられていることを特徴とする請求項1記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項5】 前記拡散符号列が、必要とする拡散率の $1/N$ (N は正の整数) の長さである直交符号を N 個シリアルにつなげて構成されていると共に、前記 n 個の拡散符号列の位相差が、前記直交符号の長さに相当する時間を単位とする位相差とされていることを特徴とする請求項1記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項6】 $\log_2(nC_r)$ より小さい整数 α シンボルのシンボルデータに基づく 2^α 通りのパターンで、 α シンボルのシンボルデータに続いて入力される r シンボルのシンボルデータと、 $(n-r)$ 個の無信号状態とされるシンボルからなる n (n は整数) 個のパラレルデータを出力する符号選択部と、

該符号選択部から出力される前記 n 個のパラレルデータの各々に拡散符号列を乗算する拡散部と、

該拡散部から出力されるスペクトラム拡散された n 個の信号の位相を、相互にずらすように遅延する $(n-1)$ 個の遅延器と、

該遅延器から出力される相互に位相のずれた n 個の信号を加算することにより、 $(\alpha + r)$ シンボルの情報を有する r 多重された変調拡散符号列を多重フレームとする複合スペクトラム拡散信号列を出力する加算器と、

前記符号選択部において選択されることのない組み合わせにおける r 個の信号の各々に、自己相関特性の良いユニークワードの個々のデータを配置することにより、前記多重フレームを単位とするフレーム同期信号を生成する同期信号生成部とを備え、

該フレーム同期信号を、送信すべきデータを多重した多重フレームの整数倍の所定周期毎に挿入して送信するようにしたことを特徴とするスペクトラム拡散通信装置。

【請求項7】 前記フレーム同期信号は複数の多重フレームを使用して生成されることを特徴とする請求項6記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項8】 前記フレーム同期信号は前記シンボルデータのデータフレーム毎に挿入されることを特徴とする請求項6記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項9】 前記フレーム同期信号を挿入するフレーム同期信号挿入部が、前記符号選択部と前記拡散部との間に設けられていることを特徴とする請求項6記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項10】 前記 $(n-1)$ 個の遅延器のそれぞれの遅延時間が、拡散符号列におけるチップ周期の整数倍とされていることを特徴とする請求項6記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項11】 前記シンボルデータのデータフレーム長が、伝播路で予測される遅延分散量よりも長くされていることを特徴とする請求項6記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項12】 前記拡散符号列が、必要とする拡散率の $1/N$ (N は正の整数) の長さである直交符号を N 個シリアルにつなげて構成されていると共に、前記 $(n-1)$ 個の遅延器のそれぞれの遅延時間が、前記直交符号の長さに相当する時間を単位とした遅延時間とされていることを特徴とする請求項6記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項13】 α シンボルのシンボルデータに基づき、 n 個の拡散符号列から r 個の拡散符号列の組み合わせを選択し、該選択された r 個の各々の拡散符号列に、 r シンボルのシンボルデータの各々により変調を施すことにより生成される $(\alpha + r)$ シンボルの情報を有する r 多重の複合スペクトラム拡散信号を受信するスペクトラム拡散通信装置であって、

互いに同期しかつ互いに位相が異なる前記 n 個の拡散符号列を発生する拡散符号発生部と、

該拡散符号発生器から出力された該 n 個の拡散符号列と、

受信された複合スペクトラム拡散信号との相関をとる n 個の相関器と、

該 n 個の相関器から出力される n 個の相関出力に対し、それぞれの相関信号パワーの大きさを比較することにより r 個の信号シンボルを推測し出力する最尤判定部と、

該最尤判定部から出力される r 個の信号シンボルのパターンから α シンボルのシンボルデータを復号し、 r 個の信号シンボルから r シンボルのシンボルデータを復号するデータ復号部と、

前記受信された複合スペクトラム拡散信号から所定周期毎に挿入されているユニークワードを検出したタイミングに基づいてフレーム同期信号を生成する同期信号生成

部とを備え、

該同期信号生成部から出力されるフレーム同期信号に基づいて、前記データ復号部がシンボルデータを復号するようにしたことを特徴とするスペクトラム拡散通信装置。

【請求項14】 前記同期信号生成部に、自己相関特性の良い前記ユニークワードとの相関をとるための相関器が備えられ、該相関器が相関ピークを出力したタイミングに基づいて、フレーム同期信号を生成すると共に、このフレーム同期信号に基づいてシンボル同期信号が生成されるようにしたことを特徴とする請求項13記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項15】 前記ユニークワードからなるフレーム同期信号が、伝播路で予測される遅延分散量よりも長くされているデータフレーム長のデータフレーム毎に挿入されており、前記相関器が出力する相関ピーク信号に基づいて伝播路による影響を補正する伝播路補正手段が、さらに設けられていることを特徴とする請求項14記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項16】 同一の拡散符号列で拡散された r シンボルのシンボルデータを、 α シンボルのシンボルデータに基づいた遅延量で各々遅延させることにより生成される $(\alpha + r)$ シンボルの情報を有する複合スペクトラム拡散信号を受信するスペクトラム拡散通信装置であって、

受信された複合スペクトラム拡散信号と前記拡散符号列との相関をとる単一の相関器と、

該相関器から出力される前記拡散符号列の1周期に亘る相関出力に対し、その相関信号パワーの大きさを比較することにより r 個の信号シンボルの送信された時間的な位置を推測し出力する最尤判定部と、

該最尤判定部から出力される r 個の信号シンボルの前記時間的な位置から α シンボルのシンボルデータを復号し、 r 個の信号シンボルから r シンボルのシンボルデータを復号するデータ復号部と、

前記受信された複合スペクトラム拡散信号から所定周期毎に挿入されているユニークワードを検出したタイミングに基づいてフレーム同期信号を生成する同期信号生成部とを備え、

該同期信号生成部から出力されるフレーム同期信号に基づいて、前記データ復号部がシンボルデータを復号するようにしたことを特徴とするスペクトラム拡散通信装置。

【請求項17】 前記同期信号生成部に、自己相関特性の良い前記ユニークワードとの相関をとるための相関器が備えられ、該相関器が相関ピークを出力したタイミングに基づいて、フレーム同期信号を生成すると共に、このフレーム同期信号に基づいてシンボル同期信号が生成されるようにしたことを特徴とする請求項16記載のスペクトラム拡散通信装置。

【請求項18】 前記ユニークワードからなるフレーム同期信号が、伝播路で予測される遅延分散量よりも長くされているデータフレーム長のデータフレーム毎に挿入されており、前記相関器が出力する相関ピーク信号に基づいて伝播路による影響を補正する伝播路補正手段が、さらに設けられていることを特徴とする請求項17記載のスペクトラム拡散通信装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の第1のスペクトラム拡散通信装置は、互いに同期しかつ互いに位相が異なる n 個の拡散符号列を並列に発生する拡散符号発生部と、 $\log_2({}_nC_r)$ より小さい整数 α シンボルのシンボルデータに基づき、該 n 個の拡散符号列から r 個の拡散符号列の組み合わせを選択し、該選択された r 個の各々の拡散符号列に、 r シンボルのシンボルデータの各々により変調を施して出力する符号選択部と、該符号選択部から出力される r 個の変調拡散符号列を加算することにより、 $(\alpha + r)$ シンボルの情報量を有する r 多重された変調拡散符号列を多重フレームとする複合スペクトラム拡散信号列を出力する加算器と、前記符号選択部において選択されることのない拡散符号列の組み合わせにおける r 個の拡散符号列の各々を、自己相関特性の良いユニークワードの個々のデータで変調することにより、前記多重フレームを単位とするフレーム同期信号を生成する同期信号生成部とを備え、該フレーム同期信号を、送信すべきデータを多重した多重フレームの整数倍の所定周期毎に挿入して送信するようにしている。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正内容】

【0012】また、上記本発明の第1のスペクトラム拡散通信装置において、前記フレーム同期信号を複数の多重フレームを使用して生成するようにしてもよい。さらに、前記フレーム同期信号はデータのデータフレーム毎に挿入されるようにしてもよい。さらにまた、前記フレーム同期信号を挿入するフレーム同期信号挿入部が、前記符号選択部と前記加算器との間に設けられるようにしてもよい。さらにまた、前記拡散符号列が、必要とする拡散率の $1/N$ (N は正の整数)の長さである直交符号を N 個シリアルにつなげて構成されていると共に、前記 n 個の拡散符号列の位相差が、前記直交符号の長さに相当する時間を単位とする位相差とされていてもよい。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】上記目的を達成することのできる本発明の第2のスペクトラム拡散通信装置は、 $\log_2(nC_r)$ より小さい整数 α シンボルのシンボルデータに基づく 2^α 通りのパターンで、 α シンボルのシンボルデータに続いて入力される r シンボルのシンボルデータと、 $(n-r)$ 個の無信号状態とされるシンボルからなる n (n は整数)個のパラレルデータを出力する符号選択部と、該符号選択部から出力される前記 n 個のパラレルデータの各々に拡散符号列を乗算する拡散部と、該拡散部から出力されるスペクトラム拡散された n 個の信号の位相を、相互にずらすように遅延する $(n-1)$ 個の遅延器と、該遅延器から出力される相互に位相のずれた n 個の信号を加算することにより、 $(\alpha+r)$ シンボルの情報を有する r 多重された変調拡散符号列を多重フレームとする複合スペクトラム拡散信号列を出力する加算器と、前記符号選択部において選択されることのない組み合わせにおける r 個の信号の各々に、自己相関特性の良いユニークワードの個々のデータを配置することにより、前記多重フレームを単位とするフレーム同期信号を生成する同期信号生成部とを備え、該フレーム同期信号を、送信すべきデータを多重した多重フレームの整数倍の所定周期毎に挿入して送信するようにしている。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】上記本発明の第2のスペクトラム拡散通信装置において、前記フレーム同期信号は複数の多重フレームを使用して生成されるようにしてもよい。また、前記フレーム同期信号はデータのデータフレーム毎に挿入されるようにしてもよい。さらに、前記フレーム同期信号を挿入するフレーム同期信号挿入部が、前記符号選択部と前記拡散部との間に設けられていてもよい。さらにまた、前記 $(n-1)$ 個の遅延器のそれぞれの遅延時間が、拡散符号列におけるチップ周期の整数倍とされていてもよい。さらにまた、データのデータフレーム長が、伝播路で予測される遅延分散量よりも長くされていてもよい。さらにまた、前記拡散符号列が、必要とする拡散率の $1/N$ (N は正の整数)の長さである直交符号を N 個シリアルにつなげて構成されていると共に、前記 $(n-1)$ 個の遅延器のそれぞれの遅延時間が、前記直交符号の長さに相当する時間を単位とした遅延時間とされていてもよい。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】削除

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】前記目的を達成することのできる本発明の第3のスペクトラム拡散通信装置は、 α シンボルのシンボルデータに基づき、 n 個の拡散符号列から r 個の拡散符号列の組み合わせを選択し、該選択された r 個の各々の拡散符号列に、 r シンボルのシンボルデータの各々により変調を施すことにより生成される $(\alpha+r)$ シンボルの情報を有する r 多重の複合スペクトラム拡散信号を受信するスペクトラム拡散通信装置であって、互いに同期しかつ互いに位相が異なる前記 n 個の拡散符号列を発生する拡散符号発生部と、該拡散符号発生器から出力された該 n 個の拡散符号列と、受信された複合スペクトラム拡散信号との相関をとる n 個の相関器と、該 n 個の相関器から出力される n 個の相関出力に対し、それぞれの相関信号パワーの大小を比較することにより r 個の信号シンボルを推測し出力する最尤判定部と、該最尤判定部から出力される r 個の信号シンボルのパターンから α シンボルのシンボルデータを復号し、 r 個の信号シンボルから r シンボルのシンボルデータを復号するデータ復号部と、前記受信された複合スペクトラム拡散信号から所定周期毎に挿入されているユニークワードを検出したタイミングに基づいてフレーム同期信号を生成する同期信号生成部とを備え、該同期信号生成部から出力されるフレーム同期信号に基づいて、前記データ復号部がシンボルデータを復号するようにしている。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】上記本発明の第3のスペクトラム拡散通信装置において、前記同期信号生成部に、自己相関特性の良い前記ユニークワードとの相関をとるための相関器が備えられ、該相関器が相関ピークを出力したタイミングに基づいて、フレーム同期信号を生成すると共に、このフレーム同期信号に基づいてシンボル同期信号が生成されるようにしてもよい。また、前記ユニークワードからなるフレーム同期信号が、伝播路で予測される遅延分散量よりも長くされているデータフレーム長のデータフレーム毎に挿入されており、前記相関器が出力する相関ピーク信号に基づいて伝播路による影響を補正する伝播路補正手段が、さらに設けられていてもよい。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】削除

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正内容】

【0019】前記目的を達成することのできる本発明の第4のスペクトラム拡散通信装置は、同一の拡散符号列で拡散された r シンボルのシンボルデータを、 α シンボルのシンボルデータに基づいた遅延量で各々遅延させることにより生成される $(\alpha + r)$ シンボルの情報を有する複合スペクトラム拡散信号を受信するスペクトラム拡散通信装置であって、受信された複合スペクトラム拡散信号と前記拡散符号列との相関をとる単一の相関器と、該相関器から出力される前記拡散符号列の1周期に亘る相関出力に対し、その相関信号パワーの大小を比較することにより r 個の信号シンボルの送信された時間的な位置を推測し出力する最尤判定部と、該最尤判定部から出力される r 個の信号シンボルの前記時間的な位置から α シンボルのシンボルデータを復号し、 r 個の信号シンボルから r シンボルのシンボルデータを復号するデータ復号部と、前記受信された複合スペクトラム拡散信号から所定周期毎に挿入されているユニークワードを検出したタイミングに基づいてフレーム同期信号を生成する同期信号生成部とを備え、該同期信号生成部から出力されるフレーム同期信号に基づいて、前記データ復号部がシンボルデータを復号するようにしている。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正内容】

【0020】上記本発明の第4のスペクトラム拡散通信装置において、前記同期信号生成部に、自己相関特性の良い前記ユニークワードとの相関をとるための相関器が

備えられ、該相関器が相関ピークを出力したタイミングに基づいて、フレーム同期信号を生成すると共に、このフレーム同期信号に基づいてシンボル同期信号が生成されるようにしてもよい。また、前記ユニークワードからなるフレーム同期信号が、伝播路で予測される遅延分散量よりも長くされているデータフレーム長のデータフレーム毎に挿入されており、前記相関器が出力する相関ピーク信号に基づいて伝播路による影響を補正する伝播路補正手段が、さらに設けられていてもよい。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正内容】

【0023】

【発明の実施の形態】本発明のスペクトラム通信装置の第1の実施の形態とされる送信装置の構成を示すブロック図を図1に示す。図1において、11はPN (Pseudo Noise) 符号など良く知られた拡散符号列を発生する拡散符号発生器、12-1~12-n-1は拡散符号発生器11から発生された拡散符号列をそれぞれ τ_0 、 τ_1 、 \dots 、 τ_{n-2} 時間遅延させる遅延器、13は入力端18から入力されたシリアルデータのシンボルデータをパラレルのシンボルデータに変換するシリアル/パラレル変換器、14はシリアル/パラレル変換器13から供給されるシンボルデータに基づいて拡散符号発生器11と遅延器12-1~12-n-1から供給された n 個の拡散符号列から r 個の拡散符号列を選択すると共に、選択された r 個の拡散符号列にそれぞれ変調を施す符号選択器、15は後述するフレーム同期信号を所定周期毎に挿入するフレーム同期信号挿入部、16-1~16-rはフレーム同期信号挿入部15から出力された r 個の拡散符号列により搬送波を変調する r 個並列に設けられた変調器、17は r 個の変調器16-1~16-rから出力された高周波変調された r 個の拡散符号列を加算して多重する加算器である。